PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2002-296761**
(43)Date of publication of application : **09.10.2002**

---

(51)Int.CI.

```
    G03F  1/08
    G01B 11/00
    G01B 11/02
    G01B 11/28
    G06T  1/00
    G06T  7/60
    H01L 21/027
 // G01B 15/00
```

---

(21)Application number : **2001-097117**
(22)Date of filing : **29.03.2001**
(71)Applicant : **TOSHIBA CORP**
(72)Inventor : **MIYANO YUMIKO**

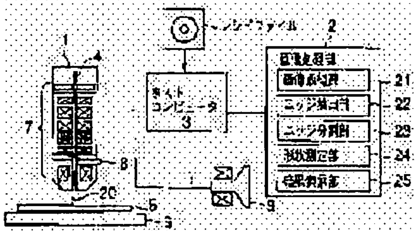
---

(54) **METHOD AND DEVICE FOR MEASURING PATTERN**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure a pattern provided with a plurality of linear areas.

SOLUTION: This device is provided with an image acquiring part 21 for acquiring the image of a fine pattern formed on a sample, an edge point extracting part 22 for extracting a plurality of edge points in the fine pattern from the image acquired by this image acquiring part, an edge point dividing part 23 for dividing a plurality of extracted edge points into a plurality of groups with a dividing point as a boundary and a form measuring part 24 for measuring the form of the pattern while using the edge points included in each of groups divided by this edge point dividing part.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] The process from which it is formed in a sample and an edge acquires the image of the detailed pattern possessing two or more straight-line-like straight-line fields, The process which extracts two or more edge points of a detailed pattern from the acquired image, and searches for the position coordinate of each extracted edge point, The process which divides the extracted edge point into two or more groups bordering on the dividing point chosen from the edge point from which it was extracted one or more, Said dividing point is a pattern measuring method characterized by being set up so that it may be contained in the group from whom the edge point extracted from said each straight-line field differs, respectively including the process which measures the configuration of said detailed pattern using the edge point in each divided group.
[Claim 2] Said detailed pattern is a pattern measuring method according to claim 1 divided into two groups of the group of the edge point which possesses at least the 1st straight-line field and the connection field which connects two straight-line fields, sets up one dividing point, and is included to the 1st straight-line field, and the group of the edge point included to the 2nd straight-line field.
[Claim 3] When the 1st straight-line field and the 2nd straight-line field are almost parallel, said dividing point In each group who divided the edge point extracted at the set-up temporary dividing point while carrying out a sequential setup of each extracted edge point at the temporary dividing point into two groups, and was divided Either [at least] the distance of the model and each edge point which approximate the edge point in a group, or the distance between the models which approximate two straight-line fields, respectively is calculated. The pattern measuring method according to claim 2 with which the sum of each distance calculated into each group is characterized by being chosen from min and the temporary dividing point that the distance between said models fulfills at least one greatest condition.
[Claim 4] When the 1st straight-line field and the 2nd straight-line field are not almost parallel relation, said dividing point In each group who divided the edge point extracted at the set-up temporary dividing point while carrying out a sequential setup of each extracted edge point at the temporary dividing point into two groups, and was divided The pattern measuring method according to claim 2 characterized by being chosen from the temporary dividing point that the sum of the distance which calculated the distance of the model and each edge point which approximate the edge point in a group, and was calculated into each group serves as min.
[Claim 5] In each group divided using said dividing point, while carrying out a sequential setup of each edge point in a group at a temporary dividing point In each smallness group who divided the edge point in a group into two small groups further, and was further divided at the 2nd set-up temporary dividing point The pattern measuring method according to claim 3 or 4 characterized by the sum of the distance which calculated the distance of the model and each edge point which approximate an edge point, and was calculated into each smallness group dividing the inside of each group further using the 2nd dividing point chosen from the 2nd temporary dividing point used as min.
[Claim 6] Said detailed pattern possesses the 2nd almost parallel straight-line field and the connection field which connects two straight-line fields to the 1st straight-line field and the 1st straight-line field. Said dividing point In each group who divided into two groups at the set-up temporary dividing point, and was divided while carrying out a sequential setup of each edge point at the temporary dividing point The pattern measuring method according to claim 1 characterized by being chosen from the temporary dividing point that compute the distribution from the straight line which approximates a group, respectively, and the value of the computed distribution exceeds the criteria searched for from chi 2-distribution.
[Claim 7] It is the pattern measuring method according to claim 1 characterized by to compute the magnitude of the width of face of an auxiliary pattern , die length , area , a center of gravity location , and a level difference from the edge point included in the group who said sample was the reticle which imprints the pattern currently formed to an exposed substrate with a projection aligner , and extracted the part which is equivalent to said auxiliary pattern from the group who said detailed pattern possessed the auxiliary pattern for perform proximity effect correction , and was divided , and was extracted .
[Claim 8] Said detailed pattern is a pattern measuring method according to claim 1 characterized by setting up two or more dividing points, and for a corner field being round from the edge point included in a group including said corner field, and computing condition so that two straight-line fields may be connected, the round corner field may be provided at least and two straight-line fields and a corner field may be included in a group different, respectively.
[Claim 9] It is formed in a sample and the 1st straight-line field and the 1st straight-line field are received. The 2nd almost parallel straight-line field, The process which acquires the image of the detailed pattern possessing the connection field which connects two straight-line fields, The pattern measuring method characterized by including the process which extracts two or

more edge points of a detailed pattern from the acquired image, the process which approximates two or more extracted edge points to the model shown with the Boltzmann function, and the process which measures the configuration of said detailed pattern using the approximated model.
[Claim 10] The image acquisition section which acquires the image of the detailed pattern formed in the sample, and the edge point sampling section which extracts two or more edge points of a detailed pattern from the image acquired in this image acquisition section, The pattern measuring device characterized by coming to provide the edge point division section which divides two or more extracted edge points into two or more groups bordering on a dividing point, and the configuration test section which measures the configuration of a pattern using the edge point included in each group divided in this edge point division section.
[Claim 11] Said sample is a reticle and said detailed pattern contains the auxiliary pattern for performing proximity effect correction. Said configuration test section The image which extracted the group containing said auxiliary pattern from two or more groups divided in said edge point division section, and displayed a group's extracted edge point, The pattern measuring device according to claim 10 characterized by coming further to provide the measurement result display which displays the image of said detailed pattern in piles.
[Claim 12] Said detailed pattern possesses two straight-line fields and the corner field which connected two straight-line fields and was round. Said configuration test section A group including a corner field is extracted from two or more divided groups. The pattern measuring device according to claim 10 characterized by coming to provide the measurement result display which asks for the circle which approximates Mari Maru of a corner, and piles up and displays the called-for image of a circle, and the image of said detailed pattern from the edge point included in the extracted group further.
[Claim 13] The program for considering as a means to measure the configuration of said detailed pattern, and making it function using a means to divide a means to extract two or more edge points of the detailed pattern in the image of the detailed pattern formed in the sample in the computer, and two or more extracted edge points into two or more groups, bordering on a dividing point, and the edge point in each divided group.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Field of the Invention] From the image of the pattern possessing two or more straight-line fields, this invention extracts each straight-line field, and relates to the pattern measuring method which performs configuration measurement of this pattern, and a pattern measuring device.
[0002]
[Description of the Prior Art] With detailed-izing of the pattern dimension of a semiconductor device, the pattern dimension of a reticle is also made detailed and the effect of the electrical characteristics on the semiconductor device of the optical proximity effect produced in case a reticle pattern is imprinted on a wafer is beginning to arise.
[0003] For example, if the reticle pattern containing a pattern 3301 and a pattern 3302 is imprinted on a wafer as shown in drawing 33 (a), as shown in drawing 33 (b), the pin center,large section of the central Rhine pattern 3311 will be imprinted thinly. Near a pin center,large, since the pattern consistency is a non-dense compared with other parts, in response to the effect of the optical proximity effect, dimension fluctuation produces this. In addition, drawing 33 and a pattern 3312 are patterns with which the pattern 3302 was imprinted and formed.
[0004] As an approach of solving this problem, the optical proximity-effect-correction technique (OPC (Optical Proximity Correction) technique) is used. That is, an auxiliary pattern (OPC pattern) is prepared in some reticle patterns, and fluctuation of a dimension is pressed down. For example, by giving the auxiliary pattern 3303 so that the reticle dimension of the part from which the pattern consistency is a non-dense locally may become large, as shown in drawing 34 (a), as shown in drawing 34 (b), the pattern 3311 without dimension fluctuation is obtained and the thing of it can be carried out.
[0005] However, in the former, it was checked whether most things for which the reticle pattern by which optical proximity effect correction was carried out is measured directly were not performed, but the wafer pattern imprinted using the reticle was measured, and the amendment pattern given to the reticle pattern is done correctly. This was technique which time amount requires for feedback very much.
[0006] Moreover, apart from an auxiliary pattern, the angle of the pattern formed in the reticle is sometimes round. This is produced by the resolution limit of mask drawing equipment etc. When the angle of a reticle pattern is round, the configuration of the pattern imprinted so much on the wafer will also deteriorate. Therefore, although it was very important for a reticle pattern to be round and to measure condition, the algorithm which measures these did not exist conventionally.
[0007] Moreover, some patterns sometimes shift in the pattern drawn with the electron-beam-lithography aligner. Although this is for the shot location in the case of exposure etc. to shift and was called the bond error, the algorithm to measure did not exist conventionally to this.
[0008] The pattern mentioned above is generalized as a pattern which consists of two or more straight-line fields and a connection field which connects a two straight-lines field. That is, in the case of a pattern with an auxiliary pattern, the flat parts of the usual circuit pattern section and an auxiliary pattern are straight-line fields, and the level difference section of an auxiliary pattern is a connection field. Moreover, in the case of the pattern which has a corner, a corner is a connection field and the part linked to a corner is a straight-line field. Moreover, when there is a bond error, the part which has shifted is a connection field and the flat part linked to the part which has shifted is a straight-line field.
[0009]
[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, the technique of measuring the pattern which consists of two or more straight-line fields and a connection field which connects between straight-line fields did not exist.
[0010] The purpose of this invention is to offer the pattern measuring method which measures the pattern possessing two or more straight-line fields, and a pattern measuring device.
[0011]
[Means for Solving the Problem] This invention is constituted as follows, in order to attain the above-mentioned purpose.
[0012] (1) The process from which the pattern measuring method concerning this invention is formed in a sample, and an edge acquires the image of the detailed pattern possessing two or more straight-line-like straight-line fields, The process which extracts two or more edge points of a detailed pattern from the acquired image, The process which divides two or more extracted edge points into two or more groups bordering on one or more dividing points, Said dividing point is characterized by being set up so that it may be contained in the group from whom the edge point of each of said straight-line field differs, respectively including the process which measures the configuration of said detailed pattern using the edge point in each divided group.

[0013] The pattern measuring method concerning this invention is formed in a sample. (2) The 1st straight-line field, The process which acquires the image of the detailed pattern which possesses the 2nd almost parallel straight-line field and the connection field which connects two straight-line fields to the 1st straight-line field, It is characterized by including the process which extracts two or more edge points of a detailed pattern from the acquired image, the process which approximates two or more extracted edge points to the model shown with the Boltzmann function, and the process which measures the configuration of said detailed pattern using the approximated model.

[0014] (3) The image acquisition section which acquires the image of the detailed pattern with which the pattern measuring device concerning this invention was formed in the sample, The edge point sampling section which extracts two or more edge points of a detailed pattern from the image acquired in this image acquisition section, It is characterized by coming to provide the edge point division section which divides two or more extracted edge points into two or more groups bordering on a dividing point, and the configuration test section which measures the configuration of a pattern using the edge point included in each group divided in this edge point division section.

[0015] (4) From the image of the detailed pattern formed in the sample in the computer, using a means to divide a means to extract two or more edge points of a detailed pattern, and two or more extracted edge points into two or more groups, bordering on a dividing point, and the edge point in each divided group, make the program concerning this invention into a means to measure the configuration of said detailed pattern, and operate it.

[0016] By using this approach, it becomes possible to perform measurement of the auxiliary pattern for amending the optical proximity effect formed in the detailed pattern, measurement of the corner of a pattern, and measurement of a bond error from the image of the obtained detailed pattern.

[0017]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing below.

[0018] The case where length measurement SEM is used as a measuring device concerning the [1st operation gestalt] book operation gestalt is explained. Moreover, the case of the reticle for which the measuring object is used in the lithography process of a semiconductor device is explained.

[0019] Drawing 1 is drawing showing the outline configuration of the pattern measuring device concerning the 1st operation gestalt of this invention. As shown in drawing 1 , the pattern measuring device is constituted by the scanning electron microscope 1 which acquires the SEM image of the measuring object, and the image-processing section 2 which processes the acquired image and measures a detailed pattern and the host computer 3 which controls these actuation.

[0020] The scanning electron microscope (SEM) 1 consists of an electron optics system 7 which makes the electron gun 4 which emits an electron beam 20, the stage 6 on which a sample 5 is put, and an electron beam 20 irradiate on the sample 5 carried on the stage 6, a secondary electron detector 8 which detects the secondary electron from a sample front face, and CRT9 on which it is made to synchronize with the scan of an electron beam, and a secondary electron signal is displayed.

[0021] Moreover, the image-processing section 2 The image acquisition section 21 which acquires the SEM image of the sample acquired from the scanning electron microscope 1, the edge extract section 22 which extracts the edge of a pattern from the acquired image, and the extracted edge by a discriminant analysis method etc. It consists of displays 25, as a result of displaying the edge division section 23 divided into two or more parts, the configuration test section 24 which measures the configuration of a pattern from the information on each divided part, and the measurement result of a configuration on CRT. In addition, you may realize by hardware, each part which constitutes the image-processing section 2 is described as a program for making a computer perform the function of each part, and you may make it make a computer execute this program.

[0022] Moreover, the sample 5 used as the measuring object of this operation gestalt is the reticle by which the pattern of Cr film or the MoSi film was formed as a light-shielding film on the quartz-glass plate.

[0023] Hereafter, explanation of this equipment of operation is given. First, the sample 5 in which the circuit pattern with which the auxiliary pattern was given is formed is laid on a stage 6. After it scans an electron beam 20 on a sample 5 and the rotation of a reticle is amended by alignment actuation etc., a stage 6 is moved so that the target auxiliary pattern may come in a visual field, and the SEM image of a sample is obtained.

[0024] The SEM image obtained from the sample is typically shown in drawing 2 . Since secondary-electron-emission effectiveness changes with quality of the materials, the light-shielding film (Cr or MoSi) part 11 is bright, and the quartz-glass part 12 is darker. Moreover, the boundary part 13 of a light-shielding film and a quartz becomes white most brightly according to an edge effect. Moreover, although a pattern has a level difference (auxiliary pattern), the boundary is not known on a SEM screen.

[0025] As this SEM image is shown in drawing 2 , the 1st straight-line field 101 corresponding to a circuit pattern, and the 2nd straight-line field 102 and level difference field (connection field) 103 corresponding to an auxiliary pattern exist. The 1st straight-line field 101 and the 2nd straight-line field 102 are almost parallel, and two straight-line fields 101,102 are connected by the level difference field 103.

[0026] The obtained SEM image is sent to the image acquisition section 21 of the image-processing section 2, and the extract of an edge is made from a SEM image in the edge extract section 22. As specifically shown in drawing 3 , the concentration distribution curve 14 of the direction which crosses the edge of a pattern is acquired by two or more places. And the position coordinate of each edge point extracted while extracting two or more edge points by the threshold method or straight-line approximation, curvilinear approximation, etc. is computed to the acquired concentration distribution curve 14.

[0027] The edge point ensemble 15 obtained by drawing 4 by the above-mentioned approach is shown. Thus, the information on the acquired edge point is sent to the edge division section 23, and divides the extracted edge point into two or more groups.

[0028] In the edge division section 23, the edge point ensemble 15 who showed drawing 4 is divided into two parts at a certain edge point. For example, as shown in drawing 5 , it divides into two groups of a class 1 and a class 2 bordering on the dividing point EPi chosen from each extracted edge point. In this case, each part (it is called a class below) is an ensemble with the average of an x-coordinate value different, respectively. Such optimal dividing point is searched for by the following procedures.
[0029] A number is given to each edge point in order to an EP1 - EPn position to the edge point ensemble who shows drawing 5 .

[0030] Next, the edge point EP 1 - the edge point EPn are divided into two groups bordering on the temporary dividing point EPi chosen from the ensemble of these edge points. Here, let a class 1 and the edge point EPi+1 - edge point EPn be classes 2 for the edge point EP 1 - the edge point EPi.
[0031] While moving the temporary dividing point EPi one by one from the edge point EP 1 to the edge point EPn, the average of the x-coordinate value of the edge point included in each class and distribution are computed, respectively.
[0032] Drawing 6 is drawing which was called for as mentioned above and in which showing the average of the x-coordinate value of the edge point of each class to the temporary dividing point EPi, respectively. When the temporary dividing point EPi is the edge point EPm so that drawing 6 may show, it turns out that the difference of the average between a class 1 and 2 is the largest.
[0033] Moreover, drawing 7 is the distribution in a class 1 and 2 for which it asked as mentioned above, and drawing showing those sums Vt. As shown in drawing 7 , it turns out that the sum of distribution in each class is the smallest in a class 1 and the edge point EPm that the difference of the average value between two becomes the largest. In locations other than the edge point EPm, since the data of the population which is different in a class are lost, distribution becomes large.
[0034] Moreover, it is drawing which plotted F for which drawing 8 is asked by (difference of the average of classes 1 and 2)/(a class 1, sum of distribution of two). Too, F becomes max when the edge point EPm is set as the temporary dividing point EPi.
[0035] Then, the edge point that max and Vt fulfill min and F fulfills [the difference of an average value] one of the greatest conditions is a true dividing point. In the case of this operation gestalt, this edge point EPm is a true dividing point.
[0036] In addition, when rotation is on the target pattern, a class 1 and a class 2 are approximated to a linear function (model) with the respectively same inclination. And the distance of each edge point and a linear function is found, and the sum of distance asks for the location of the edge point that the difference of the intercept of min and the approximation function of each class becomes max, and makes the edge point EPm searched for a true dividing point.
[0037] The edge point included to each straight-line field 101,102 comes to be included in a class different, respectively using the dividing point EPm searched for by the above approach by dividing the edge point EP 1 - the edge point EPn into two classes.
[0038] The information on the dividing point EPm searched for by the above-mentioned approach is sent to the configuration test section 24. The configuration test section 24 asks for the magnitude of a level difference from the difference of the average of the x-coordinate value of a class 1 and a class 2.
[0039] Thus, magnitude of a level difference, positional information of a dividing point, etc. which were computed are recorded for example, on a measurement result file. Moreover, the information window 18, an edge point, etc. which show the straight lines 16a and 16b and the dividing point EPm which show the average of each class, the average of each class, and the magnitude of a level difference are displayed in piles on the SEM image currently displayed on CRT as shown in drawing 9 .
[0040] As more than explained, by setting up a dividing point, the ensemble of the edge point concerning a circuit pattern and the ensemble of the edge point concerning an auxiliary pattern can be divided into a class different, respectively, and it becomes possible from the ensemble of the edge point concerning an auxiliary pattern to measure the auxiliary pattern in a pattern so that the ensemble of the edge point concerning two straight-line fields may be divided into a class different, respectively.
[0041] In addition, what is necessary is just to find the distance of straight lines used as the model which approximates two straight-line fields 101,102 shown in drawing 2 with the above-mentioned operation gestalt, although the average value of the x-coordinate value of an edge point was calculated in each group divided using the temporary dividing point EPi.
[0042] (2nd operation gestalt) By technique given in the 1st operation gestalt, the data of the part of the level difference in an auxiliary pattern are not taken into consideration. Therefore, the data of the part of a level difference will be contained in the data of the average value of each class, and a twist also actually has the problem that the magnitude of a level difference is computed small. This problem is the following, and can be made and avoided.
[0043] This operation gestalt explains the case where the reticle in which the same pattern as the 1st operation gestalt was formed is measured. Two or more edge points of the target pattern as well as the 1st operation gestalt are acquired, and the ensemble of the acquired edge point is divided into two classes. The obtained edge point ensemble 15 is as being shown in drawing 10 . How to divide the ensemble of an edge point into a level difference part and the other flat part is explained using this drawing 10 below.
[0044] First, like the 1st operation gestalt, a number is assigned to each edge point in order from EP1 to an EPn position, and the edge point EP 1 - the edge point EPn are divided into two classes bordering on the dividing point EPm (n>m> 1). Then, the edge point EP 1 - the edge point EPm are divided into further 2 classes bordering on the dividing point EPn1.
[0045] first, the temporary dividing point EPnt1 of dividing the edge point EP 1 - the edge point EPm is moved in order to the edge point EP 1 - the edge point EPm -- making -- edge point EP1- it divides into two classes of a class including the temporary dividing point EPnt1, and a class including the edge point EPnt 1+1 - the edge point EPm.
[0046] When the edge point EP 1 - the edge point EPm are divided at the set-up temporary dividing point EPnt1, the edge point ensemble contained in each group is made to approximate to the straight lines (linear function) 19a and 19b from which an inclination differs, respectively, respectively.

[0047] In each group, the distance of each edge point and the approximated straight line is found, respectively, and the sum of the found distance is calculated. It is the true dividing point EPn1 which the temporary edge point EPnt1 which adds the sum of the distance calculated into each group, and becomes the smallest about the dividing point EPnt1 of each ** searches for. Even if it attaches by the edge point EPm+1 - edge point EPn, the dividing point EPn2 is similarly searched for from the straight lines 19c and 19d which approximate an edge point, and a class 2 is divided into two more classes.
[0048] In addition, the value of the dividing points EPn1 and EPn2 carries out sequential migration to the edge point EP 1 - the edge point EPn at coincidence, and you may make it search for the combination of the optimal dividing points EPn1 and EPn2. However, computation time amount cuts in abbreviation n2 batch in this case.
[0049] On the other hand, like this operation gestalt, the ensemble of an edge point is divided into two classes, and beforehand, by the technique of dividing each divided class into further 2 classes again, in order that computation time amount may end by the abbreviation 2xn batch, it becomes possible to shorten the measuring time.
[0050] Thus, in a level difference test section, the magnitude of the level difference of a pattern is measured based on the result of the dividing points EPn1 and EPn2 searched for. That is, it is possible by computing a difference with the location of the average value of the x-coordinate of the edge point EP 1 - the dividing point EPn1, and the average value of the x-coordinate of the dividing point EPn2 - the edge point EPn to measure the magnitude of a level difference.
[0051] The computed data pile up and output the image with which information was displayed in the information window 18 which shows the straight lines 16a and 16b and the dividing points EPn1 and EPn2 which show the average of each class in the SEM image on CRT, the average of each class, and the magnitude of a level difference, as it records on a measurement result file like the 1st operation gestalt and is shown in drawing 11 .
[0052] Thus, the reticle made that judgment done as the design with the computed magnitude of a level difference. Moreover, it is also possible to use this technique for measurement of the bond location of the shot in the case of an electron beam lithography etc., for example.
[0053] As explained above, from each class divided with the 1st operation gestalt, a level difference part can be separated and an auxiliary pattern can be measured more correctly.
[0054] Or it is possible to divide the ensemble of an edge point into a level difference part and the other flat part also by the following technique at two or more classes.
[0055] for example, the temporary dividing point EPi -- from the edge point EP 1 up to the edge point EPm -- sequential migration -- carrying out -- edge point EP1- sequential count of the distribution (when rotation has started, it is the sum of squares of the distance from an approximation straight line) of the x-coordinate value of the temporary dividing point EPi is carried out. Drawing 12 is drawing showing an example of the count result of distribution. As shown in drawing 12 , when the temporary dividing point EPi is the edge point EPn1, it turns out that the value of distribution is increasing suddenly.
[0056] The value of distribution increases suddenly, because the data of a level difference part were lost. If this distribution presupposes that chi 2-distribution is followed and a true dividing point is chosen from the temporary dividing point EPi from which the value of distribution separates from the confidence interval based on chi 2-distribution there, it is also possible to search for the optimal dividing point. The temporary dividing point EPi is similarly moved one by one from the edge point EPn to edge point EPm+1 about the field of the edge point EPm+1 - edge point EPn. The temporary dividing point EPi from which it separates from the confidence interval when it asks for distribution (or sum of squares of the distance from an approximation straight line) of the x-coordinate value of the edge point EPn to the temporary dividing point EPi at, and distribution is called for from chi 2-distribution is computed, and the computed temporary dividing point is made into the true dividing point EPn2. After that, it asks for the magnitude of a level difference similarly from the difference of the x-coordinate value of the dividing points EPn1 and EPn2, and records on a measurement result file, and a measurement result is displayed on the SEM image on CRT in piles.
[0057] Moreover, it is possible to measure the magnitude of a level difference part correctly also by the following approaches. That is, the acquired edge point EP 1 - the edge point EPn are approximated with the Boltzmann function expressed with the following formulas.
[0058]
[Equation 1]

$$y = \frac{A1 - A2}{1 + e^{(x - x0)/dx}} - A2 \qquad (1)$$

[0059] Approximation will become easier if the value of the x-coordinate called for here from the dividing point EPm at the time of dividing into the value of x0 at two classes is assigned. Drawing 13 is drawing showing the result of having approximated the Boltzmann curve 31 into the edge point ensemble 15.
[0060] After that, similarly, from the value of A1 and A2 of an approximate expression, it asks for the magnitude of a level difference and outputs to a measurement result file. Moreover, the information window 18 which shows an approximation curve, the edge point ensemble 15, and the measurement result of a level difference to the SEM image on CRT is displayed in piles.
[0061] (3rd operation gestalt) In this operation gestalt, the case where a pattern as shown in drawing 14 is measured is explained. That is, measurement of a pattern with two level difference parts 103,104 which connect between the 1st straight-line field 101, the 2nd straight-line field 102 and the 2nd straight-line field 102, and the 3rd straight-line field 105 in this operation gestalt to the number of level difference parts having been one in the 1st operation gestalt, respectively is explained. With this operation gestalt, a pattern with two level difference parts is divided into five parts in all of three flat straight-line fields 101,102,105 and two level difference parts 103,104 by the following technique.

[0062] First, the reticle by which the target pattern was formed in SEM equipment 1 is carried in like the 1st operation gestalt, and the SEM image of the target pattern is acquired. The SEM image of the pattern acquired to drawing 14 is shown. Although the auxiliary pattern is given to the pattern as shown in drawing 14 , on a SEM image, the boundary of an auxiliary pattern and a pattern from the first is not known. Next, two or more edge points are acquired from a pattern like the 1st operation gestalt.

[0063] As shown in drawing 15 , after giving a number in order from EP1 to EPn to the ensemble of the acquired edge point, this is divided into five parts using the approach shown in the operation gestalt of the 1st and 2. The dividing point is set to EPn1, EPn2, EPn3, and EPn4, respectively. The edge point EP 1 equivalent to a flat part - the edge point EPn1, the edge point EPn2 - the edge point EPn3, the edge point EPn4 - the edge point EPn are approximated to the straight line 191,193,195 with the respectively same inclination, and approximate the edge point EPn1 equivalent to a level difference part - the edge point EPn2, the edge point EPn3 - the edge point EPn4 to the straight line 192,194 with a different inclination from it, respectively.

[0064] The remainder from each straight lines 191-195 to an edge point is the smallest, and determines the dividing points EPn1, EPn2, EPn3, and EPn4 that the difference of the intercept of the straight line 191,195 which approximates the edge point EP 1 - the edge point EPn1, the edge point EPn4 - the edge point EPn, and the intercept of the straight line 193 which approximates the edge point EPn2 - the edge point EPn3 will become the largest.

[0065] The simplest method of determining the dividing points EPn1, EPn2, EPn3, and EPn4 In accordance with above-mentioned criteria, the temporary dividing points EPnt1, EPnt2, EPnt3, and EPnt4 are moved to coincidence, respectively to the edge point EP 1 - the edge point edge point EPn. Although it is calculating the remainder and the intercept of each class which were divided and searching for the optimal dividing points EPn1, EPn2, EPn3, and EPn4, the computation of abbreviation n4 batch is required for this, and it takes time amount very much.

[0066] Then, dynamic programming etc. is used in order to lessen processing of count. For example, in case apply a knapsack problem etc., it is beforehand made the table about the count which overlaps in the above-mentioned processing, it saves in memory etc. and the same count is performed again, you may make it refer to this table.

[0067] Moreover, if the line shown with the alternate long and short dash line for example, in drawing 15 divides into two, each can divide this pattern into the ensemble of two edge points with one level difference part, for example. Then, by the technique shown in the 1st operation gestalt or the 2nd operation gestalt to each, if it can divide into a flat part and the part of a level difference, since computation time amount ends with 2xn batch extent, it will become possible [measuring by very short time amount].

[0068] Thus, it can ask for the height of an auxiliary pattern part, width of face, area, a center-of-gravity location, etc. according to the dividing points EPn1, EPn2, EPn3, and EPn4 searched for.

[0069] The straight line which approximated the edge point EP 1 - the dividing point EPn1, the dividing point EPn4 - the edge point EPn, respectively from the distance between the dividing point EPn1 and the dividing point EPn4 at least the width of face of an auxiliary pattern Namely, either, It asks for area and a center-of-gravity location from the square surrounded in the height of an auxiliary pattern at the top-most vertices of the dividing points EPn1, EPn2, EPn3, and EPn4 from distance with the straight line which approximated the dividing point EPn2 - the dividing point EPn3. Or you may ask for the area and the center-of-gravity location of a part which are surrounded in the straight line which approximated the dividing point EPn1 - the dividing point EPn4, the dividing point EPn4 - the edge point EPn.

[0070] As explained above, even if there are two level differences in the obtained image, the ensemble of the edge point concerning an auxiliary pattern can be extracted, and an auxiliary pattern can be measured correctly.

[0071] In addition, unlike the approach mentioned above, like the 2nd operation gestalt, it divides into two classes bordering on the middle of the edge point EP 1 - the edge point EPn, and the ensemble of the edge point of each class is approximated with the Boltzmann function (several 1), and you may ask for the magnitude of an auxiliary pattern from the location of A1 and A2 of the approximated function (y-coordinate). The function obtained by approximating each edge point of classes 1 and 2 with the Boltzmann function, respectively is shown in drawing 16 .

[0072] Moreover, the Boltzmann curve can consist of a linear part and a linear curvilinear part mostly, can ask for the point of inflection P and Q which changes to a curvilinear part from a straight-line part in each class, and can ask for the width of face of an auxiliary pattern from the distance of two points P and Q. Furthermore, from point of inflection P before point of inflection Q is integrated with edge sequence of points, and the area of an auxiliary pattern is called for. Moreover, you may ask for the inclination of the standup part of a level difference from the value of dx of the Boltzmann curve. Configuration data, such as area of these auxiliary patterns and a center of gravity, are recorded as a measurement result.

[0073] From the configuration data of the obtained auxiliary pattern, it can check whether the pattern is done as the design. For example, although width of face and height do not have a design pattern and a complementary Rika rate when the standup part of a level difference is gently-sloping, area becomes smaller than a design pattern. Therefore, when it imprints to a wafer using this reticle, it turns out that the pattern formed on a wafer may not be made as a desired pattern. Therefore, the case where the standup configuration of a level difference differs from a design pattern can be distinguished by asking for area as configuration data of an auxiliary pattern by the above-mentioned technique.

[0074] Moreover, it is also possible to evaluate a reticle manufacture process based on the configuration data of the obtained auxiliary pattern. For example, if the value of dx of the Boltzmann function (several 1) mentioned above is used, a reticle manufacture process can be evaluated. Since the standup part of a level difference is so steep that dx is close to 1, if dx adopts the process more near 1, it will become possible to create a faithful reticle pattern with a design pattern.

[0075] Moreover, the precision of simulation can also be raised more by feeding back the configuration data of an actual reticle to the direction of lithography simulation. Therefore, the precision of a design of a reticle, especially the precision of amendment of the proximity effect improve.

[0076] Thus, each parameter of the called-for auxiliary pattern is outputted to a measurement result file. Moreover, it is displayed on the SEM image on CRT in piles. That is, the auxiliary pattern 32 surrounded at an edge point, the dividing point 17, and each dividing point as shown in drawing 17 , the approximation straight line 19, the magnitude 18 of a level difference, etc. are displayed on the pattern in a SEM image in piles.

[0077] (4th operation gestalt) The case where a pattern as shown in drawing 18 in this operation gestalt is measured is explained. The angle is round although the pattern shown in drawing 18 is a pattern near a square. That is, this pattern possesses the two straight-lines field which intersect perpendicularly mostly, and the connection field (angle) which connects a two straight-lines field.

[0078] It is the following, and the radius (it is called a corner R below) when an angle being round and approximating the part of condition, i.e., an angle, to a circle is made and computed. The more a corner R is large, an angle will be round and, the more condition will be large.

[0079] The reticle in which the pattern as shown in drawing 18 is formed is carried in in SEM, and the SEM image of the target pattern is acquired like the 1st operation gestalt. Next, the position coordinate of an edge point is searched for like the 1st operation gestalt. Under the present circumstances, the position coordinate of the edge point of the whole square may be searched for, as shown in drawing 19 , the angle of the part which wants to measure an operating personnel is chosen, and ROI33 is opened, and you may make it compute only the edge information in ROI (Region of Interest).

[0080] For example, the ensemble of the edge point of a square angle was shown in drawing 20 . On the other hand, a corner R is computed by the following approaches. Each acquired edge point is numbered in order to EP1-EPn. The ensemble of this edge point is divided into three classes. The dividing point in that case is set to EPn1 and EPn2. That is, 35 (that is, the range of an include angle 90 degrees), the edge point EPn2 - the edge point EPn of 1/4 yen are approximated [the edge point EP 1 - the edge point EPn1] for the straight line 34 level to a x axis, the edge point EPn1 - the edge point EPn2 to the straight line 36 perpendicular to a x axis, respectively.

[0081] The dividing points EPn1 and EPn2 move the temporary dividing points EPnt1 and EPnt2 from the edge point EP 1 to the edge point EPn, respectively, compute the remainder from the model in each class, and it is chosen from the temporary dividing points EPnt1 and EPnt2 that the sum of the remainder becomes the smallest, and they search for it. Under the present circumstances, if the circle gives the limit of 1/4 yen which surely passes along EPn1 and EPn2, the radius and the main coordinate of a circle can be found automatically. Thus, the radius of the obtained circle, the main coordinate of a circle, etc. are recorded on a measurement result file.

[0082] Moreover, as shown in drawing 21 , the core 38 grade of a circle 35 and a circle 35 based on the information window 37 which shows the dividing points EPn1 and EPn2 and the computed radius to the SEM image on CRT, and the approximated circle is displayed in piles. In addition, there may not be the need that what is computed is not necessarily a radius, and a diameter etc. is sufficient as it.

[0083] Moreover, as shown in drawing 22 (a), you may ask for the area of the straight line 34 which approximated the edge point EP 1 - the dividing point EPn1, the straight line 36 which approximated the dividing point EPn2 - the edge point EPn, and the field surrounded by the edge sequence of points of the dividing point EPn1 - the dividing point EPn2. Or the intersection of the straight line 34 which approximated the edge point EP 1 - the dividing point EPn1 as shown in drawing 22 (b), and the straight line 36 which approximated the dividing point EPn2 - the edge point EPn, This intersection may be made into the starting point and distance with the intersection of the straight line and the ensemble of the edge point of the dividing point EPn1 - the dividing point EPn2 who have the inclination of 45 degrees to the straight line which approximated the edge point EP 1 - the dividing point EPn1 may be found. The configuration data called for above are recorded on a measurement result file.

[0084] Thus, the result of a reticle can be checked from the radius of the circle for the called-for corner. Moreover, it is also possible to evaluate a reticle manufacture process. Namely, what is necessary is just to adopt a process which is small. Then, a faithful reticle pattern can be formed with a design pattern. Moreover, by angles, such as a radius and area, being round and incorporating condition for lithography simulation, since the precision of simulation improves more, the precision of a reticle pattern design improves more.

[0085] (5th operation gestalt) In this operation gestalt, the case where a pattern as shown in drawing 23 is measured is explained. By the pattern of drawing 23 , the auxiliary pattern 2302 is given at the tip of the Rhine pattern 2301. Generally such an auxiliary pattern is called a hammer head pattern. This pattern can be measured by combining an above-mentioned approach.

[0086] Drawing 24 shows the ensemble of the edge point on the right-hand side of the hammer head pattern obtained by the same technique as the 1st operation gestalt. As shown in drawing 24 , the ensemble of the edge point of a hammer head pattern can divide into five parts using the dividing points EPn1, EPn2, EPn3, and EPn4. among these, the dividing points EPn1 and EPn2 like the technique of a publication in the 4th operation gestalt The circle 535 which approximates straight-line 519a which approximates the edge point EP 1 - the dividing point EPn1, the dividing point EPn1 - the dividing point EPn2 is used. Computing is possible. The dividing points EPn3 and EPn4 Like the technique indicated in the 1st or 2nd operation gestalt It is possible to compute using 519d of straight lines which approximate straight-line 519b which approximates the dividing point EPn2 - the dividing point EPn3, straight-line 519c which approximates the dividing point EPn3 - the dividing point EPn4, the dividing point EPn4 - the edge point EPn.

[0087] From the acquired dividing point, a corner part is round and the width of face of condition and an auxiliary pattern, height, and area are computed. What is necessary is for a corner part to be round, and just to search for condition from the radius of the circle 535 which passes along the dividing point EPn1, as shown in drawing 25 . The height of an auxiliary pattern should just ask from 519d [of straight lines which approximated straight-line 519b to which width of face approximated the dividing point EPn2 - the dividing point EPn3 from the distance of the dividing point EPn1 and the dividing point EPn4, and the dividing point EPn4 - the edge point EPn] distance. Moreover, area should just compute the area of the part surrounded with the ensemble of an edge point in 519d of straight lines which approximated the dividing point EPn4 - the edge point EPn, as shown in drawing 26 . these profit **** configuration data are outputted to a measurement result file.

[0088] From the configuration data of the obtained auxiliary pattern, it can judge whether the pattern formed in the reticle is formed as the design pattern. Moreover, it is also possible to evaluate a reticle manufacture process based on the obtained configuration data. Moreover, the precision of simulation can be raised more by feeding back the configuration data of an actual reticle to lithography simulation. Therefore, the precision of a design of a reticle, especially the precision of proximity effect correction improve.

[0089] moreover, the auxiliary pattern space 532 extracted from the dividing points EPn1-EPn4 which were shown in drawing 27 , and which were computed like by the SEM image on CRT, and a dividing point, an edge point ensemble, and an approximation straight line 519 -- the measurement result viewing window 518 which displays a-519 d of the area S of the circle 535 based on the computed radius and the core and an auxiliary pattern, width of face W, height h, and the computed radii r of a corner R displays in piles.

[0090] Or it is possible to also measure a pattern as shown in drawing 28 combining the technique of a publication in the 1-4th operation gestalten. By the pattern of drawing, the auxiliary pattern 2602 is given to the angle of the square pattern 2601, and, generally it is called a words pattern.

[0091] Drawing 29 shows the ensemble of the edge point of the upper right corner of the pattern obtained like the 1st operation gestalt. As shown in drawing 29 , the ensemble of these edge points is divided into seven parts by the dividing points EPn1, EPn2, EPn3, EPn4, EPn5, and EPn6. Among these, it is possible to compute the dividing points EPn1, EPn2, EPn4, and EPn6 by the approach given in the 1st or 2nd operation gestalt, and to compute the dividing points EPn3 and EPn5 by the approach of a publication in the 4th operation gestalt.

[0092] From the acquired dividing point, a corner part is round and the width of face of condition and an auxiliary pattern, height, and area are computed. a corner part -- being round -- what is necessary is just to search for a radius from the dividing points EPn3 and EPn4

[0093] What is necessary is just to compute the height h1 of the lengthwise direction of a level difference from the distance of the straight line expressed with the formula (primary function) which approximates the edge point EP 1 - the dividing point EPn1, and the straight line expressed with the formula (linear function) which approximates the dividing point EPn2 - the dividing point EPn3, as shown in drawing 30 . moreover, the straight line to which the height h2 of the longitudinal direction of a level difference is expressed with the straight line expressed with the formula (primary function) which approximates the dividing point EPn4 - the dividing point EPn5 as shown in drawing 30 , and the formula (primary function) which approximates the dividing point EPn6 - the edge point EPn -- ** -- what is necessary is just to use distance

[0094] Moreover, as shown in drawing 31 , the area of the part surrounded in the ensemble of an edge point, the straight line which approximated the dividing point EPn6 - the edge point EPn, and the straight line which approximated the edge point EP 1 - the dividing point EPn1 should just be used for area. The configuration data of these obtained level differences are written in a measurement result file.

[0095] From the configuration data of the obtained auxiliary pattern, it can judge whether the pattern formed in the reticle is formed as the design pattern. Moreover, it is also possible to evaluate a reticle manufacture process based on the obtained configuration data. By feeding back the configuration data of an actual reticle to the direction of lithography simulation, the precision of simulation can also be raised more and the precision of a design of a reticle, especially the precision of proximity effect correction improve.

[0096] Moreover, as shown in drawing 32 , the dividing points n1-n6 computed on the SEM image on CRT, the extracted pattern 632, its center-of-gravity location 639, the measurement result viewing window 618, etc. are overwritten and displayed. in addition -- the measurement result viewing window 618 -- the area S of an auxiliary pattern, width of face w1 and w2, and height h1 and h2 -- and -- and the radius r of a corner R is displayed. In addition, width of face w1 and height h1 are the differences of the x axis of the dividing point n1 and the dividing point n2, and the direction of the y-axis, respectively, and width of face w2 and height h2 are the y-axis of the dividing point n1 and the dividing point n2, and the difference of the direction of a x axis, respectively.

[0097] In addition, this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt. For example, although SEM was used as an example of the equipment at the time of acquiring an image in the 1-5th operation gestalten, if the image of a detailed pattern is acquirable, the equipment of an optical microscope and others may be used. Moreover, although the case where the detailed pattern formed on the reticle was measured was explained, the technique of this invention can also be used for configuration measurement of the detailed pattern on a wafer etc. Moreover, although the pattern which has a level difference as a pattern, the words pattern, and the hammer head pattern were explained, you may measure at this invention using the technique of a publication to other patterns. Moreover, although the example of a display of a measurement result into an operation gestalt was shown, the thing except having indicated in this operation gestalt may be displayed. Moreover, although two straight-line fields explained mostly concurrency or the case of being almost perpendicular, this invention can be applied also when one straight line leans aslant to the straight line of another side. In addition, this invention is the range which does not deviate from the summary, and it deforms variously and it can be carried out.

[0098]

[Effect of the Invention] It becomes possible to measure the configuration of a pattern by extracting the edge point of the image of a pattern to a pattern of providing two or more straight-line fields according to this invention as explained above, dividing into two or more groups the edge point extracted using the dividing point chosen so that it might be contained in the group from whom each straight-line field differs, and using the edge point or the dividing point in each group.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]
[Drawing 1] Drawing showing the outline configuration of the pattern measuring device concerning the 1st operation gestalt.
[Drawing 2] Drawing showing the outline of the SEM image containing the circuit pattern obtained from the sample, and an auxiliary pattern.
[Drawing 3] Drawing for explaining the direction which acquires a concentration distribution curve from the SEM image shown in drawing 2 .
[Drawing 4] Drawing showing the edge point of the pattern extracted from the SEM image shown in drawing 2 .
[Drawing 5] Drawing showing the condition of having divided the ensemble of the extracted edge point which is shown in drawing 4 into two classes bordering on the dividing point.
[Drawing 6] Drawing showing the average of the x-coordinate value of the edge point of each class to an edge point.
[Drawing 7] Distribution in a class 1 and 2, and drawing showing those sums Vt.
[Drawing 8] Drawing showing F asked also for/(a class 1, sum of distribution of two) to each edge point (difference of the average of classes 1 and 2).
[Drawing 9] Drawing showing the image on top of which the measurement result of the pattern concerning the 1st operation gestalt and the SEM image shown in drawing 2 were laid.
[Drawing 10] Drawing used for explanation of the division approach of the edge point concerning the 2nd operation gestalt.
[Drawing 11] Drawing showing the image on top of which the measurement result of the pattern concerning the 2nd operation gestalt and the SEM image shown in drawing 2 were laid.
[Drawing 12] Drawing showing the value of distribution over the temporary dividing point EPi.
[Drawing 13] Drawing showing the Boltzmann function which approximates an edge point and an edge point.
[Drawing 14] Drawing showing the outline of the SEM image obtained from the pattern concerning the 3rd operation gestalt.
[Drawing 15] Drawing used for explanation of the division approach of the edge point concerning the 3rd operation gestalt.
[Drawing 16] Drawing showing the Boltzmann function which approximates the edge point extracted from the SEM image concerning the 3rd operation gestalt shown in drawing 14 , and an edge point.
[Drawing 17] Drawing showing the image on top of which the measurement result of the pattern concerning the 3rd operation gestalt and the SEM image shown in drawing 14 were laid.
[Drawing 18] Drawing showing the outline of the SEM image obtained from the pattern concerning the 4th operation gestalt.
[Drawing 19] Drawing showing ROI set up from the SEM image shown in drawing 18 .
[Drawing 20] Drawing for the division approach of the edge point extracted from the SEM image shown in drawing 18 and the extracted edge point to explain.
[Drawing 21] Drawing showing the image on top of which the measurement result of the pattern concerning the 4th operation gestalt and the SEM image shown in drawing 18 were laid.
[Drawing 22] Drawing for explaining the measurement of the pattern using the extracted dividing point concerning the 4th operation gestalt.
[Drawing 23] Drawing showing the outline of the SEM image obtained from the pattern concerning the 5th operation gestalt.
[Drawing 24] Drawing for the division approach of the edge point extracted from the SEM image shown in drawing 23 and the extracted edge point to explain.
[Drawing 25] Drawing for explaining the measurement of the pattern using the extracted dividing point concerning the 5th operation gestalt.
[Drawing 26] Drawing for explaining the measurement of the pattern using the extracted dividing point concerning the 5th operation gestalt.
[Drawing 27] Drawing showing the image on top of which the measurement result of the pattern concerning the 5th operation gestalt and the SEM image shown in drawing 23 were laid.
[Drawing 28] Drawing showing the outline of the SEM image obtained from the pattern concerning the 5th operation gestalt.
[Drawing 29] Drawing for the division approach of the edge point extracted from the SEM image shown in drawing 28 and the extracted edge point to explain.
[Drawing 30] Drawing for explaining the measurement of the pattern using the extracted dividing point concerning the 5th operation gestalt.
[Drawing 31] Drawing for explaining the measurement of the pattern using the extracted dividing point concerning the 5th

operation gestalt.
[Drawing 32] Drawing showing the image on top of which the measurement result of the pattern concerning the 5th operation gestalt and the SEM image shown in drawing 28 were laid.
[Drawing 33] Drawing showing the reticle in which the auxiliary pattern in consideration of the proximity effect is not formed, and the pattern formed using this reticle.
[Drawing 34] Drawing showing the reticle in which the auxiliary pattern in consideration of the proximity effect was formed, and the pattern formed using this reticle.
[Description of Notations]
1 -- SEM equipment
2 -- Image-processing section
3 -- Host computer
4 -- Electron gun
5 -- Sample
6 -- Stage
7 -- Electron optics system
8 -- Secondary electron detector
9 -- CRT

[Translation done.]

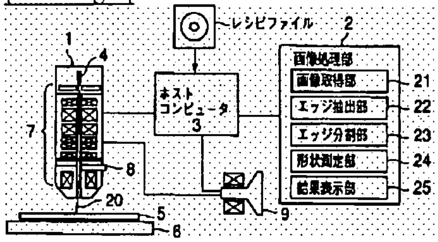
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

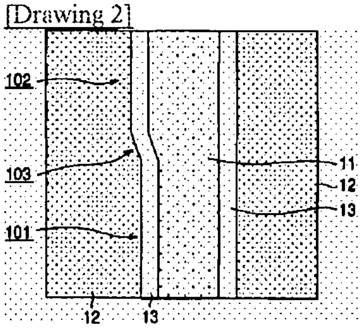
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

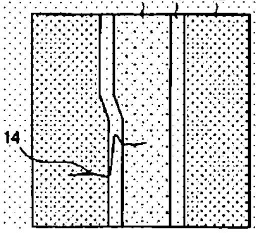
[Drawing 1]



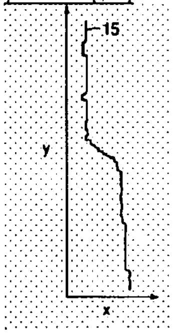
[Drawing 2]



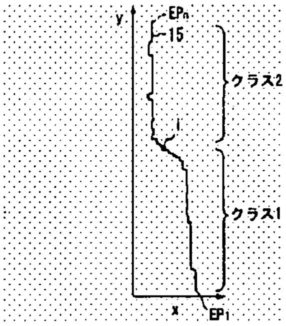
[Drawing 3]



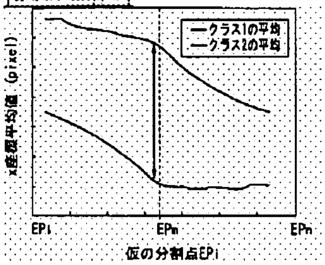
[Drawing 4]



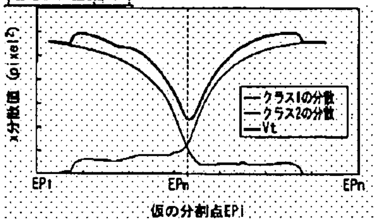
[Drawing 5]



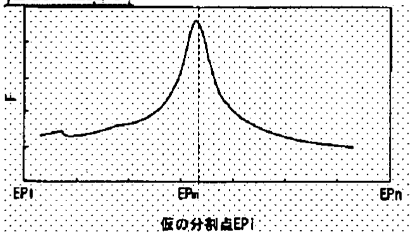
[Drawing 6]



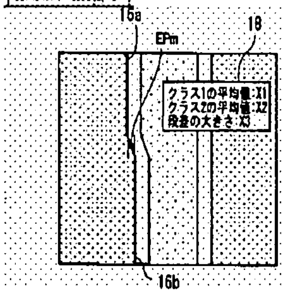
[Drawing 7]



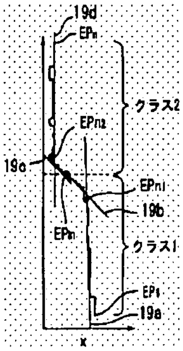
[Drawing 8]



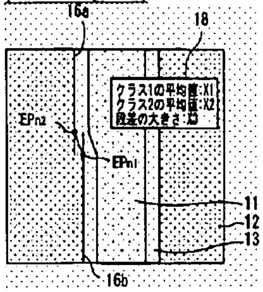
[Drawing 9]



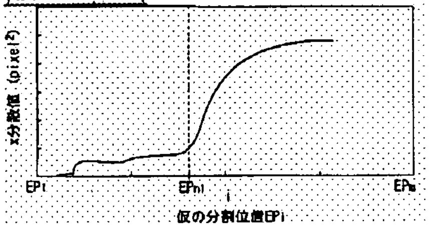
[Drawing 10]



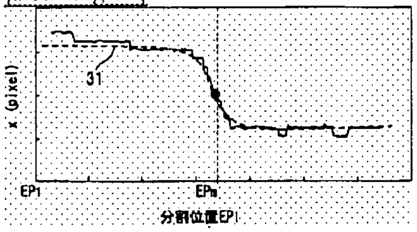
[Drawing 11]



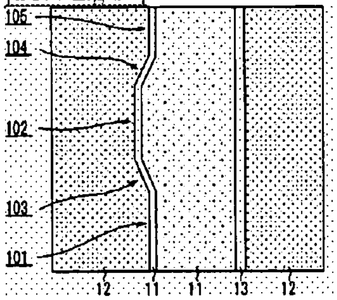
[Drawing 12]



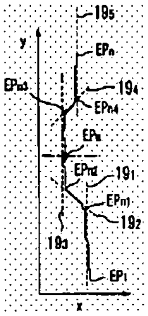
[Drawing 13]



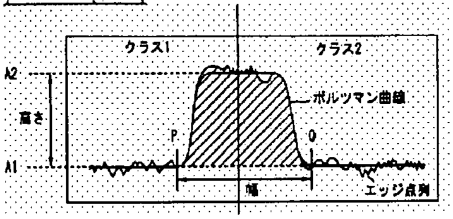
[Drawing 14]



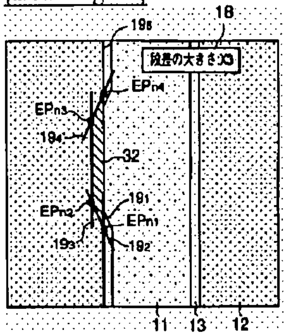
[Drawing 15]



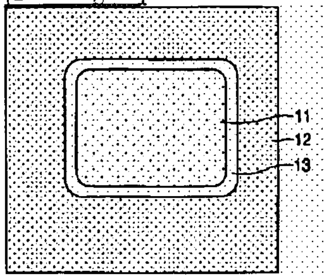
[Drawing 16]



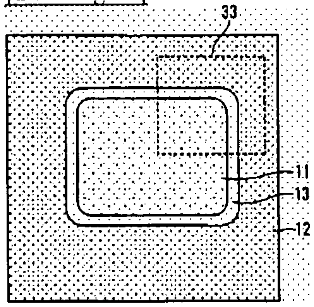
[Drawing 17]



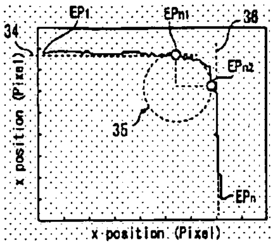
[Drawing 18]



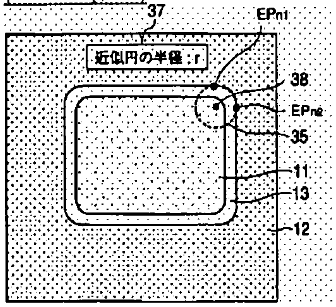
[Drawing 19]



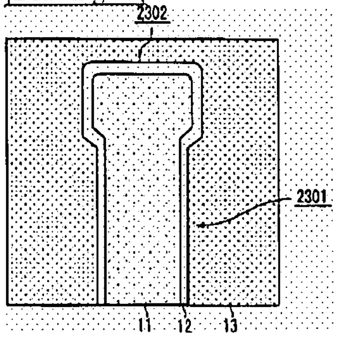
[Drawing 20]



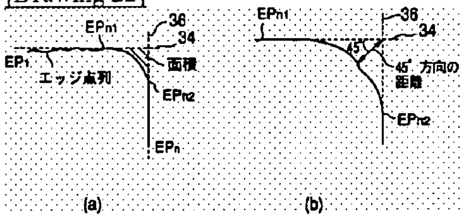
[Drawing 21]



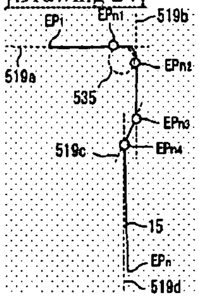
[Drawing 23]



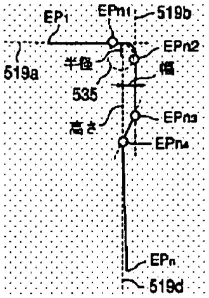
[Drawing 22]



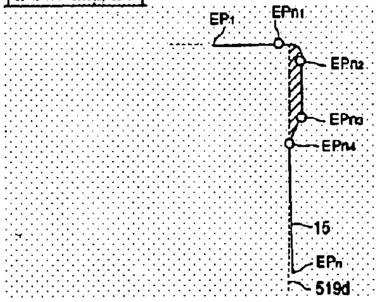
[Drawing 24]



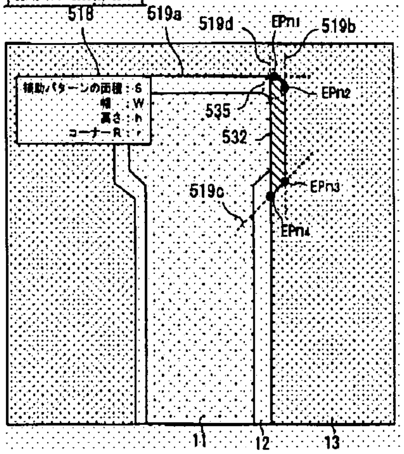
[Drawing 25]



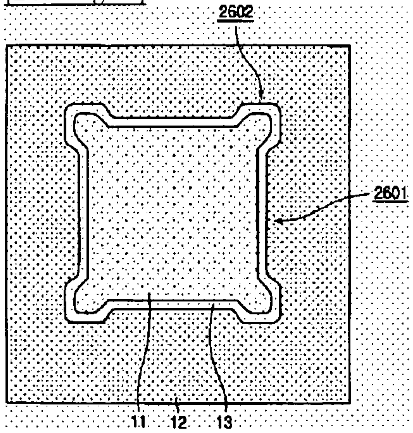
[Drawing 26]



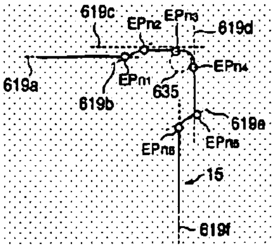
[Drawing 27]



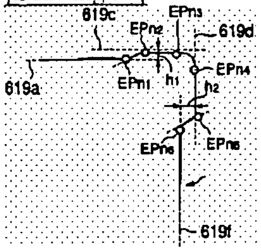
[Drawing 28]



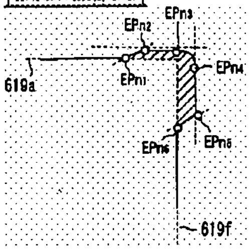
[Drawing 29]



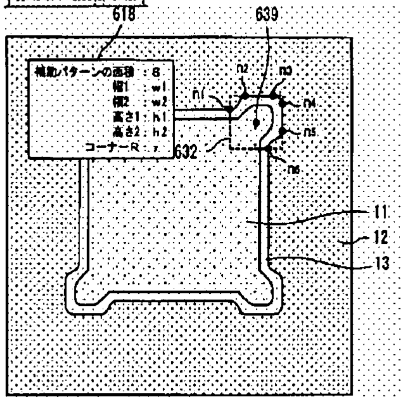
[Drawing 30]



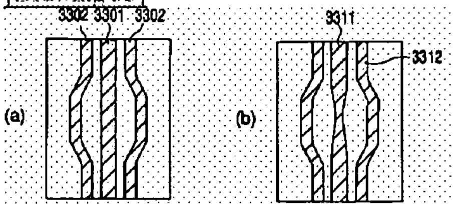
[Drawing 31]



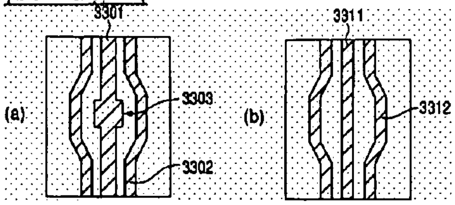
[Drawing 32]



[Drawing 33]



[Drawing 34]



(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報**（Ａ）

(11)特許出願公開番号
特開2002－296761
（P2002－296761A）
(43)公開日　平成14年10月9日(2002.10.9)

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ		テーマコード（参考）
Ｇ０３Ｆ　1/08		Ｇ０３Ｆ　1/08		Ｓ　２Ｆ０６５
Ｇ０１Ｂ　11/00		Ｇ０１Ｂ　11/00		Ｈ　２Ｆ０６７
11/02		11/02		Ｈ　２Ｈ０９５
11/28		11/28		Ｚ　５Ｂ０５７
Ｇ０６Ｔ　1/00	３０５	Ｇ０６Ｔ　1/00	３０５Ｂ	５Ｌ０９６

審査請求　未請求　請求項の数13　ＯＬ　（全 15 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2001－97117(P2001－97117)

(22)出願日　平成13年3月29日(2001.3.29)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者　宮野　ゆみこ
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地　株式会社東芝横浜事業所内

(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦　（外6名）

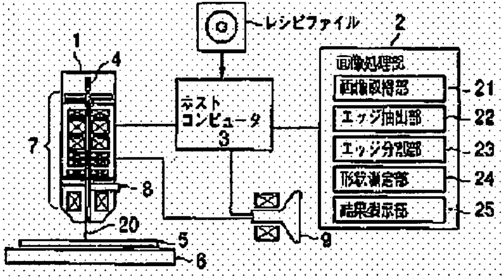
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　パターン測定方法、及びパターン測定装置

(57)【要約】

【課題】複数の直線領域を具備するパターンの測定を行うこと。

【解決手段】試料に形成された微細パターンの画像を取得する画像取得部２１と、この画像取得部で取得された画像より、微細パターンのエッジ点を複数抽出するエッジ点抽出部２２と、抽出された複数のエッジ点を、分割点を境に複数のグループに分割するエッジ点分割部２３と、このエッジ点分割部で分割された各グループ内に含まれるエッジ点を用いてパターンの形状を測定する形状測定部２４とを具備してなる。



【特許請求の範囲】

【請求項１】試料に形成され、エッジが直線状の直線領域を複数具備する微細パターンの画像を取得する工程と、

取得された画像より微細パターンのエッジ点を複数抽出し、抽出された各エッジ点の位置座標を求める工程と、

抽出されたエッジ点を、抽出されたエッジ点から１以上選ばれた分割点を境に、複数のグループに分割する工程と、

分割された各グループ内のエッジ点を用いて、前記微細パターンの形状を測定する工程とを含み、

前記分割点は、前記各直線領域から抽出されたエッジ点がそれぞれ異なるグループに含まれるように設定されることを特徴とするパターン測定方法。

【請求項２】前記微細パターンは、第１の直線領域と、二つの直線領域を接続する接続領域とを少なくとも具備し、

一つの分割点を設定して、第１の直線領域に含まれるエッジ点のグループと、第２の直線領域に含まれるエッジ点のグループとの二つのグループに分割する請求項１に記載のパターン測定方法。

【請求項３】第１の直線領域と第２の直線領域とがほぼ平行な場合、

前記分割点は、

抽出された各エッジ点を仮の分割点に順次設定すると共に、設定された仮の分割点で抽出されたエッジ点を二つのグループに分割し、分割された各グループにおいて、グループ内のエッジ点を近似するモデルと各エッジ点との距離、及び二つの直線領域をそれぞれ近似するモデル間の距離の少なくとも一方を計算し、

各グループで計算された各距離の和が最小、及び前記モデル間の距離が最大の少なくとも１つの条件を満たす仮の分割点から選択されることを特徴とする請求項２に記載のパターン測定方法。

【請求項４】第１の直線領域と第２の直線領域とがほぼ平行な関係でない場合、

前記分割点は、

抽出された各エッジ点を仮の分割点に順次設定すると共に、設定された仮の分割点で抽出されたエッジ点を二つのグループに分割し、分割された各グループにおいて、グループ内のエッジ点を近似するモデルと各エッジ点との距離を計算し、

各グループで計算された距離の和が最小となる仮の分割点から選択されることを特徴とする請求項２に記載のパターン測定方法。

【請求項５】前記分割点を用いて分割された各グループにおいて、

グループ内の各エッジ点を仮の分割点に順次設定すると共に、設定された仮の第２の分割点でグループ内のエッジ点を二つの小グループに更に分割し、更に分割された各小グループにおいて、エッジ点を近似するモデルと各エッジ点との距離を計算し、

各小グループで計算された距離の和が最小となる仮の第２の分割点から選択された第２の分割点を用いて、各グループ内を更に分割することを特徴とする請求項３又は４に記載のパターン測定方法。

【請求項６】前記微細パターンは、第１の直線領域と、第１の直線領域に対してほぼ平行な第２の直線領域と、二つの直線領域を接続する接続領域とを具備し、

前記分割点は、

各エッジ点を仮の分割点に順次設定すると共に、設定された仮の分割点で二つのグループに分割し、分割された各グループにおいて、グループを近似する直線からの分散をそれぞれ算出し、

算出された分散の値がχ^2分布より求められる基準を超える仮の分割点から選択されることを特徴とする請求項１に記載のパターン測定方法。

【請求項７】前記試料は、形成されているパターンを投影露光装置により被露光基板に転写するレチクルであって、前記微細パターンは近接効果補正を行うための補助パターンを具備し、

分割されたグループから、前記補助パターンに相当する部分を抽出し、抽出されたグループに含まれるエッジ点から補助パターンの幅、長さ、面積、重心位置、段差の大きさを算出することを特徴とする請求項１に記載のパターン測定方法。

【請求項８】前記微細パターンは、二つの直線領域を接続し、丸まった角部領域を少なくとも具備し、

二つの直線領域及び角部領域が、それぞれ異なるグループに含まれるように、複数の分割点を設定し、

前記角部領域を含むグループに含まれるエッジ点から角部領域の丸まり具合を算出することを特徴とする請求項１に記載のパターン測定方法。

【請求項９】試料に形成され、第１の直線領域と、第１の直線領域に対してほぼ平行な第２の直線領域と、二つの直線領域を接続する接続領域とを具備する微細パターンの画像を取得する工程と、

取得された画像より微細パターンのエッジ点を複数抽出する工程と、

抽出された複数のエッジ点をボルツマン関数で示されるモデルに近似する工程と、

近似されたモデルを用いて、前記微細パターンの形状を測定する工程とを含むことを特徴とするパターン測定方法。

【請求項１０】試料に形成された微細パターンの画像を取得する画像取得部と、

この画像取得部で取得された画像より、微細パターンのエッジ点を複数抽出するエッジ点抽出部と、

抽出された複数のエッジ点を、分割点を境に複数のグループに分割するエッジ点分割部と、

このエッジ点分割部で分割された各グループ内に含まれるエッジ点を用いてパターンの形状を測定する形状測定部とを具備してなることを特徴とするパターン測定装置。

【請求項１１】前記試料はレチクルであり、前記微細パターンは近接効果補正を行うための補助パターンを含み、

前記形状測定部は、前記エッジ点分割部で分割された複数のグループから、前記補助パターンを含むグループを抽出し、

抽出されたグループのエッジ点を表示した画像と、前記微細パターンの画像とを重ねて表示する測定結果表示部を更に具備してなることを特徴とする請求項１０に記載のパターン測定装置。

【請求項１２】前記微細パターンは、二つの直線領域と、二つの直線領域を接続し、丸まった角部領域とを具備し、

前記形状測定部は、分割された複数のグループから、角部領域を含むグループを抽出し、抽出されたグループに含まれるエッジ点から角部の丸まりを近似する円を求め、

求められた円の画像と前記微細パターンの画像とを重ね合わせて表示する測定結果表示部をさらに具備してなることを特徴とする請求項１０に記載のパターン測定装置。

【請求項１３】コンピュータを、

試料に形成された微細パターンの画像中の微細パターンのエッジ点を複数抽出する手段、

抽出された複数のエッジ点を、分割点を境に複数のグループに分割する手段、

分割された各グループ内のエッジ点を用いて、前記微細パターンの形状を測定する手段、

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、直線領域を複数具備するパターンの画像から、それぞれの直線領域を抽出し、該パターンの形状測定を行うパターン測定方法、及びパターン測定装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】半導体デバイスのパターン寸法の微細化に伴い、レチクルのパターン寸法も微細化され、レチクルパターンがウェハ上に転写される際に生じる光近接効果の半導体デバイスの電気的特性への影響が生じ始めている。

【０００３】例えば、図３３（ａ）に示すように、パターン３３０１とパターン３３０２を含むレチクルパターンをウェハ上に転写すると、図３３（ｂ）に示す様に、中央のラインパターン３３１１のセンター部が細く転写されてしまう。これはセンター付近では他の部分に比べてパターン密度が疎になっているために、光近接効果の影響を受けて寸法変動が生じたものである。尚、図３３、パターン３３１２は、パターン３３０２が転写されて形成されたパターンである。

【０００４】この問題を解決する方法として、光近接効果補正技術（ＯＰＣ（Optical Proximity Correction）技術）が用いられている。すなわちレチクルパターンの一部に補助パターン（ＯＰＣパターン）を設けて寸法の変動を抑えるものである。例えば、図３４（ａ）に示すように、パターン密度が局所的に疎になっている部分のレチクル寸法が大きくなるように補助パターン３３０３を付与する事で、図３４（ｂ）に示すように、寸法変動の無いパターン３３１１を得ることできる。

【０００５】ところが従来に於いては、光近接効果補正されたレチクルパターンを直接測定することはほとんど行われず、そのレチクルを用いて転写されたウェハパターンを測定して、レチクルパターンに付与された補正パターンが正しく出来上がっているかどうかが確認されていた。これはフィードバックに非常に時間のかかる手法であった。

【０００６】また、補助パターンとは別に、レチクルに形成されたパターンの角が丸まることが有る。これはマスク描画装置の解像限界などによって生じる。レチクルパターンの角が丸まっているとそれだけウェハ上に転写されたパターンの形状も劣化することになる。従ってレチクルパターンの丸まり具合を測定することは非常に重要であるが、従来はこれらを測定するアルゴリズムが存在しなかった。

【０００７】また、電子線描画露光装置で描画されたパターンにおいてパターンの一部がずれることが有る。これは露光の際のショット位置などがずれるためでつなぎ誤差と呼ばれているが、これに対しても従来は測定するアルゴリズムが存在していなかった。

【０００８】上述した、パターンは、複数の直線領域と、２本の直線領域を接続する接続領域とから構成されているパターンとして一般化される。すなわち、補助パターン付きパターンの場合、通常の配線パターン部と補助パターンの平坦な部分が直線領域であり、補助パターンの段差部が接続領域である。また、角部を有するパターンの場合、角部が接続領域であり、角部に接続する部分が直線領域である。また、つなぎ誤差がある場合、ずれている部分が接続領域であり、ずれている部分に接続する平坦な部分が直線領域である。

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、複数の直線領域と、直線領域間を接続する接続領域とから構成されるパターンを測定する手法が存在しなかった。

【００１０】本発明の目的は、複数の直線領域を具備するパターンの測定を行う、パターン測定方法、及びパターン測定装置を提供することにある。

【００１１】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために以下のように構成されている。

【００１２】（１）本発明に係わるパターン測定方法は、試料に形成され、エッジが直線状の直線領域を複数具備する微細パターンの画像を取得する工程と、取得された画像より微細パターンのエッジ点を複数抽出する工程と、抽出された複数のエッジ点を、１以上の分割点を境に複数のグループに分割する工程と、分割された各グループ内のエッジ点を用いて、前記微細パターンの形状を測定する工程とを含み、前記分割点は、前記各直線領域のエッジ点がそれぞれ異なるグループに含まれるように設定されることを特徴とする。

【００１３】（２）本発明に係わるパターン測定方法は、試料に形成され、第１の直線領域と、第１の直線領域に対してほぼ平行な第２の直線領域と、二つの直線領域を接続する接続領域とを具備する微細パターンの画像を取得する工程と、取得された画像より微細パターンのエッジ点を複数抽出する工程と、抽出された複数のエッジ点をボルツマン関数で示されるモデルに近似する工程と、近似されたモデルを用いて、前記微細パターンの形状を測定する工程とを含むことを特徴とする。

【００１４】（３）本発明に係わるパターン測定装置は、試料に形成された微細パターンの画像を取得する画像取得部と、この画像取得部で取得された画像より、微細パターンのエッジ点を複数抽出するエッジ点抽出部と、抽出された複数のエッジ点を、分割点を境に複数のグループに分割するエッジ点分割部と、このエッジ点分割部で分割された各グループ内に含まれるエッジ点を用いてパターンの形状を測定する形状測定部とを具備してなることを特徴とする。

【００１５】（４）本発明に係わるプログラムは、コンピュータを、試料に形成された微細パターンの画像より微細パターンのエッジ点を複数抽出する手段、抽出された複数のエッジ点を、分割点を境に複数のグループに分割する手段、分割された各グループ内のエッジ点を用いて、前記微細パターンの形状を測定する手段、として機能させる。

【００１６】本方法を用いることにより、得られた微細パターンの画像から、微細パターンに形成された光近接効果を補正するための補助パターンの測定や、パターンのコーナーの測定、つなぎ誤差の測定を行うことが可能となる。

【００１７】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を以下に図面を参照して説明する。

【００１８】【第１実施形態】本実施形態に係わる測定装置として測長ＳＥＭを用いた場合について説明する。また、測定対象が半導体装置のリソグラフィ工程に於いて使用されているレチクルの場合について説明する。

【００１９】図１は、本発明の第１の実施形態に係わるパターン測定装置の概略構成を示す図である。図１に示すように、パターン測定装置は、測定対象のＳＥＭ画像を取得する走査型電子顕微鏡１と、取得された画像を処理して微細パターンの測定を行う画像処理部２、及びこれらの動作を制御するホストコンピュータ３により構成されている。

【００２０】走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）１は、電子ビーム２０を放出する電子銃４、サンプル５を載せるステージ６、電子ビーム２０をステージ６上に載せられたサンプル５上に照射させる電子光学系７、試料表面からの２次電子を検出する２次電子検出器８、及び電子ビームの走査に同期させて２次電子信号を表示させるＣＲＴ９より構成されている。

【００２１】また、画像処理部２は、走査型電子顕微鏡１より取得されたサンプルのＳＥＭ画像を取得する画像取得部２１、取得された画像よりパターンのエッジを抽出するエッジ抽出部２２、抽出されたエッジを判別分析法などにより複数の部分に分割するエッジ分割部２３、分割された各部分の情報よりパターンの形状を測定する形状測定部２４、および形状の測定結果をＣＲＴ上に表示させる結果表示部２５より構成されている。なお、画像処理部２を構成する各部は、ハードウエアで実現しても良いし、各部の機能をコンピュータに実行させるためのプログラムとして記述して該プログラムをコンピュータに実行させるようにしても良い。

【００２２】また、本実施形態の測定対象となるサンプル５は、石英ガラス板上に遮光膜としてＣｒ膜或いはＭｏＳｉ膜のパターンが形成されたレチクルである。

【００２３】以下、本装置の動作説明を行う。まず、補助パターンが付与された配線パターンが形成されているサンプル５を、ステージ６上に載置する。電子ビーム２０をサンプル５上に走査し、アライメント操作などによりレチクルのローテーションが補正された後、目的の補助パターンが視野内に来るようステージ６を移動させて、サンプルのＳＥＭ画像を得る。

【００２４】サンプルから得られたＳＥＭ画像を模式的に、図２に示す。材質により２次電子放出効率が異なるため、遮光膜（Ｃｒ或いはＭｏＳｉ）部分１１は明るく、石英ガラス部分１２はより暗くなっている。また、遮光膜と石英との境界部分１３はエッジ効果により最も明るく白くなる。また、パターンは段差（補助パターン）を有するがＳＥＭ画面上ではその境界はわからない。

【００２５】このＳＥＭ画像は、図２に示すように、配線パターンに対応する第１の直線領域１０１と、補助パターンに対応する第２の直線領域１０２及び段差領域（接続領域）１０３とが存在する。第１の直線領域１０１と第２の直線領域１０２とは、ほぼ平行であり、段差領域１０３によって、二つの直線領域１０１，１０２が

接続されている。

【００２６】得られたＳＥＭ画像は画像処理部２の画像取得部２１に送られ、エッジ抽出部２２にてＳＥＭ画像からエッジの抽出がなされる。具体的には図３に示すように、パターンのエッジを横切る方向の濃度分布曲線１４を複数箇所で取得する。そして、得られた濃度分布曲線１４に対して、しきい値法或いは直線近似法、曲線近似法などにより、複数のエッジ点を抽出すると共に抽出された各エッジ点の位置座標を算出する。

【００２７】図４に上述の方法によって得られた、エッジ点集団１５を示す。このようにして得られたエッジ点の情報はエッジ分割部２３に送られ、抽出されたエッジ点を複数のグループに分割する。

【００２８】エッジ分割部２３では、図４に示したエッジ点集団１５をあるエッジ点で２つの部分に分割する。例えば、図５に示す様に、抽出された各エッジ点から選ばれる分割点ＥＰ$_i$を境に、クラス１とクラス２との２つのグループに分割する。この場合それぞれの部分（以下クラスと呼ぶ）は、それぞれ異なるｘ座標値の平均値を持つ集団である。このような最適な分割点は例えば以下の手順により求められる。

【００２９】図５に示す、エッジ点集団に対して、各エッジ点にＥＰ$_1$～ＥＰ$_n$番目まで順番に番号を付与する。

【００３０】次に、これらのエッジ点の集団から選ばれた仮の分割点ＥＰ$_i$を境に、エッジ点ＥＰ$_1$～エッジ点ＥＰ$_n$を２つのグループに分割する。ここでは、エッジ点ＥＰ$_1$～エッジ点ＥＰ$_i$をクラス１、エッジ点ＥＰ$_{i+1}$～エッジ点ＥＰ$_n$をクラス２とする。

【００３１】仮の分割点ＥＰ$_i$をエッジ点ＥＰ$_1$からエッジ点ＥＰ$_n$まで順次動かすと共に、各クラスに含まれるエッジ点のｘ座標値の平均値、分散をそれぞれ算出する。

【００３２】図６は、上述のようにして求められた、仮の分割点ＥＰ$_i$に対する各クラスのエッジ点のｘ座標値の平均値をそれぞれ示す図である。図６からわかるように、仮の分割点ＥＰ$_i$がエッジ点ＥＰ$_m$の時に、クラス１、２間の平均値の差が最も大きくなっていることがわかる。

【００３３】又、図７は上述の様にして求めた、クラス１、２内の分散、及びそれらの和Ｖｔを示す図である。図７に示すように、クラス１，２間の平均値の差が最も大きくなるエッジ点ＥＰ$_m$において各クラス内の分散の和が最も小さくなっていることがわかる。エッジ点ＥＰ$_m$以外の位置では、クラス内に違う母集団のデータが紛れ込むために分散が大きくなるのである。

【００３４】また、図８には、（クラス１，２の平均値の差）／（クラス１，２の分散の和）で求められるＦをプロットした図である。やはり、エッジ点ＥＰ$_m$を仮の分割点ＥＰ$_i$に設定した場合にＦが最大になる。

【００３５】そこで平均値の差が最大、Ｖｔが最小、Ｆが最大のいずれかの条件を満たす、エッジ点が、真の分割点である。本実施形態の場合は、このエッジ点ＥＰ$_m$が真の分割点である。

【００３６】尚、目的のパターンにローテーションが掛っている場合は、クラス１とクラス２とをそれぞれ同じ傾きを持つ一次関数（モデル）に近似する。そして各エッジ点と一次関数との距離を求め、距離の和が最小、且つ各クラスの近似関数の切片の差が最大になるようなエッジ点の位置を求め、求められたエッジ点ＥＰ$_m$を真の分割点とする。

【００３７】以上の方法で求められた分割点ＥＰ$_m$を用いて、エッジ点ＥＰ$_1$～エッジ点ＥＰ$_n$を二つのクラスに分割することによって、各直線領域１０１，１０２に含まれるエッジ点がそれぞれ異なるクラスに含まれるようになる。

【００３８】上述の方法により求められた分割点ＥＰ$_m$の情報は、形状測定部２４に送られる。形状測定部２４は、例えばクラス１とクラス２のｘ座標値の平均値の差より段差の大きさを求める。

【００３９】このようにして算出された段差の大きさや分割点の位置情報などは例えば測定結果ファイルに記録される。また、図９に示すようにＣＲＴに表示されているＳＥＭ画像上に各クラスの平均値を示す直線１６ａ，１６ｂ、分割点ＥＰ$_m$、各クラスの平均値及び段差の大きさを示す情報ウインド１８、エッジ点などを重ねて表示させる。

【００４０】以上の説明したように、二つの直線領域に係わるエッジ点の集団をそれぞれ異なるクラスに分けるように、分割点を設定することによって、配線パターンに係わるエッジ点の集団と、補助パターンに係わるエッジ点の集団とを、それぞれ異なるクラスに分けることができ、補助パターンに係わるエッジ点の集団から、パターン中の補助パターンの測定を行うことが可能となる。

【００４１】なお、上記実施形態では、仮の分割点ＥＰ$_i$を用いて分割された各グループにおいて、エッジ点のｘ座標値の平均値を求めていたが、図２に示した二つの直線領域１０１、１０２を近似するモデルとなる直線同士の距離を求めれば良い。

【００４２】（第２の実施形態）第１の実施形態に記載の手法では補助パターン中の段差の部分のデータが考慮されていない。従って各クラスの平均値のデータには段差の部分のデータが含まれてしまい、実際よりも段差の大きさが小さく算出されるという問題がある。この問題は例えば以下のようにして回避できる。

【００４３】本実施形態では、第１の実施形態と同様のパターンが形成されたレチクルを測定する場合について説明する。第１の実施形態と同様にして目的のパターンのエッジ点を複数取得し、取得されたエッジ点の集団を２つのクラスに分割する。得られたエッジ点集団１５は、図１０に示すとおりである。以下この図１０を用い

て、エッジ点の集団を段差部分とそれ以外の平坦な部分に分割する方法について説明する。

【００４４】まず、第１の実施形態と同様に、各エッジ点にEP_1からEP_n番目まで順番に番号付けを行い、エッジ点EP_1～エッジ点EP_nを分割点EP_m（n＞m＞１）を境に２つのクラスに分割する。その後、エッジ点EP_1～エッジ点EP_nを分割点EP_{n1}を境に、更に２クラスに分割する。

【００４５】まず、エッジ点EP_1～エッジ点EP_nを分割する仮の分割点EP_{nt1}をエッジ点EP_1～エッジ点EP_nまで順に移動させ、エッジ点EP_1～仮の分割点EP_{nt1}を含むクラスと、エッジ点EP_{nt1+1}～エッジ点EP_nを含むクラスとの二つのクラスに分割する。

【００４６】設定された仮の分割点EP_{nt1}でエッジ点EP_1～エッジ点EP_nを分割した場合に、各グループに含まれるエッジ点集団をそれぞれ傾きが異なる直線（一次関数）１９ａ、１９ｂにそれぞれ近似させる。

【００４７】各グループにおいて、各エッジ点と近似された直線との距離をそれぞれ求め、求められた距離の和を計算する。各仮の分割点EP_{nt1}について各グループで計算された距離の和を足し合わせ、最も小さくなる仮のエッジ点EP_{nt1}が求める真の分割点EP_{n1}である。エッジ点EP_{n+1}～エッジ点EP_nまでについても同様に、エッジ点を近似する直線１９ｃ、１９ｄから分割点EP_{n2}を求め、クラス２を更に２つのクラスに分割する。

【００４８】尚、分割点EP_{n1}，EP_{n2}の値はエッジ点EP_1～エッジ点EP_nまで同時に順次移動して最適な分割点EP_{n1}，EP_{n2}の組み合わせを求めるようにしても良い。ただし、この場合は計算処理時間が約n^2回分かかる。

【００４９】一方、本実施形態のようにあらかじめ、エッジ点の集団を２つのクラスに分割し、分割されたそれぞれのクラスをまたさらに２クラスに分割する手法では、計算処理時間が約２×ｎ回分ですむため、測定時間を短くすることが可能となる。

【００５０】このようにして求められた分割点EP_{n1}，EP_{n2}の結果を基に段差測定部においてパターンの段差の大きさが測定される。すなわち、エッジ点EP_1～分割点EP_{n1}のｘ座標の平均値と、分割点EP_{n2}～エッジ点EP_nのｘ座標の平均値の位置との差を算出することにより段差の大きさを測定することが可能である。

【００５１】算出されたデータは第１の実施形態と同様に測定結果ファイルに記録し、また、図１１に示す様に、ＣＲＴ上のＳＥＭ画像に、各クラスの平均値を示す直線１６ａ，１６ｂ、分割点EP_{n1}、EP_{n2}や、各クラスの平均値及び段差の大きさを示す情報ウインド１８、を情報が表示された画像を重ね合わせて出力する。

【００５２】このようにして算出された、段差の大きさにより、レチクルが設計通り出来上がっているかの判断を行った。又、例えば電子ビーム描画の際のショットのつなぎ位置の測定などにこの手法を用いることも可能である。

【００５３】以上説明したように、第１の実施形態で分割された各クラスから、段差部分を分離することができ、より正確に補助パターンを測定することができる。

【００５４】或いは以下の手法によっても段差部分とそれ以外の平坦な部分にエッジ点の集団を複数のクラスに分割することが可能である。

【００５５】例えば、仮の分割点EP_iをエッジ点EP_1からエッジ点EP_nまで順次移動していき、エッジ点EP_1～仮の分割点EP_iのｘ座標値の分散（ローテーションがかかっている場合は近似直線からの距離の二乗和）を順次計算していく。図１２は、分散の計算結果の一例を示す図である。図１２に示す様に、仮の分割点EP_iがエッジ点EP_{n1}の時に、分散の値が急に増加していることがわかる。

【００５６】分散の値が急に増加するのは、段差部分のデータが紛れ込んだためである。そこで、例えばこの分散がχ^2分布に従うとし、χ^2分布に基づく信頼区間から分散の値が外れる仮の分割点EP_iから真の分割点を選択すれば、最適な分割点を求めることも可能である。エッジ点EP_{n+1}～エッジ点EP_nの領域に関しても同様に、エッジ点EP_nからエッジ点EP_{n+1}まで順次仮の分割点EP_iを移動して、エッジ点EP_nから仮の分割点EP_iのｘ座標値の分散（或いは近似直線からの距離の二乗和）を求め、分散がχ^2分布から求められる信頼区間から外れる仮の分割点EP_iを算出し、算出された仮の分割点を真の分割点EP_{n2}とする。その後は同様に分割点EP_{n1}，EP_{n2}のｘ座標値の差から段差の大きさを求め、測定結果ファイルに記録し、また、ＣＲＴ上のＳＥＭ画像に測定結果を重ねて表示する。

【００５７】また、以下の様な方法によっても段差部分の大きさを正しく測定することが可能である。すなわち得られたエッジ点EP_1～エッジ点EP_nを以下の式で表されるボルツマン関数で近似する。

【００５８】

【数１】

$$y = \frac{A1 - A2}{1 + e^{(x - x0)/dx}} - A2 \qquad (1)$$

【００５９】ここでｘ０の値に、２つのクラスに分割した際の分割点EP_mから求められるｘ座標の値を代入すれば近似がより簡単になる。図１３は、エッジ点集団１５にボルツマン曲線３１を近似した結果を示す図である。

【００６０】その後は同様に近似式のＡ１，Ａ２の値より段差の大きさを求め、測定結果ファイルに出力する。また、ＣＲＴ上のＳＥＭ画像に近似曲線、エッジ点集団１５、および段差の測定結果を示す情報ウインド１８を重ねて表示する。

【0061】（第3の実施形態）本実施形態においては、図14に示すようなパターンを測定する場合について説明する。すなわち、第1の実施形態においては段差部分が1カ所のみであったのに対し、本実施形態においては、第1の直線領域101と第2の直線領域102、第2の直線領域102と第3の直線領域105との間をそれぞれ接続する2カ所の段差部分103，104が有るパターンの測定について説明する。本実施形態では、段差部分が2カ所あるパターンを以下の手法により3つの平坦な直線領域101，102，105と2つの段差部分103，104の併せて5つの部分に分割する。

【0062】先ず、第1の実施形態と同様にして、SEM装置1内に目的のパターンが形成されたレチクルを搬入し、目的のパターンのSEM画像を取得する。図14に取得したパターンのSEM画像を示す。図14に示すように、パターンには補助パターンが付与されているが、SEM画像上では補助パターンと元々のパターンとの境界がわからない。次に第1の実施形態と同様にしてパターンから複数のエッジ点を取得する。

【0063】取得されたエッジ点の集団に対して、図15に示すように、EP$_1$からEP$_n$まで順番に番号をつけた後、第1，2の実施形態に示された方法を利用してこれを5つの部分に分割する。その分割点をそれぞれEP$_{n1}$，EP$_{n2}$，EP$_{n3}$，EP$_{n4}$とする。平坦な部分に相当するエッジ点EP$_1$～エッジ点EP$_{n1}$、エッジ点EP$_{n2}$～エッジ点EP$_{n3}$、エッジ点EP$_{n4}$～エッジ点EP$_n$はそれぞれ同じ傾きを持つ直線19$_1$，19$_3$，19$_5$に近似し、段差部分に相当するエッジ点EP$_{n1}$～エッジ点EP$_{n2}$、エッジ点EP$_{n3}$～エッジ点EP$_{n4}$はそれとは異なる傾きを持つ直線19$_2$，19$_4$にそれぞれ近似する。

【0064】各直線19$_1$～19$_5$からエッジ点までの残差が最も小さく、且つエッジ点EP$_1$～エッジ点EP$_{n1}$、エッジ点EP$_{n4}$～エッジ点EP$_n$を近似する直線19$_1$，19$_5$の切片とエッジ点EP$_{n2}$～エッジ点EP$_{n3}$を近似する直線19$_3$の切片との差が最も大きくなるように分割点EP$_{n1}$，EP$_{n2}$，EP$_{n3}$，EP$_{n4}$を決定する。

【0065】分割点EP$_{n1}$，EP$_{n2}$，EP$_{n3}$，EP$_{n4}$を決定する最も単純な方法は、上述の基準に沿ってエッジ点EP$_1$～エッジ点エッジ点EP$_n$まで仮の分割点EP$_{n1i}$，EP$_{n2i}$，EP$_{n3i}$，EP$_{n4i}$をそれぞれ同時に移動して、分割された各クラスの残差と切片とを計算し、最適な分割点EP$_{n1}$，EP$_{n2}$，EP$_{n3}$，EP$_{n4}$を求めることであるが、これには約n^4回分の計算処理が必要であり、非常に時間がかかる。

【0066】そこで計算の処理を少なくするために例えば動的計画法などを利用する。例えばナップザック問題などを応用して、上記の処理において重複する計算についてはあらかじめテーブルにしておき、メモリなどに保存しておいて再度同じ計算が行われる際にはこのテーブルを参照するようにしても良い。

【0067】また、例えばこのパターンは、例えば図15中の一点鎖線で示した線などで2つに分割すれば、それぞれが段差部分を一つ持つ2つのエッジ点の集団に分割することができる。そこでそれぞれに対して第1の実施形態或いは第2の実施形態に示した手法により、平坦な部分と段差の部分に分割することができれば計算処理時間は2×n回分程度ですむので非常に短い時間で測定を行うことが可能となる。

【0068】このようにして求められた分割点EP$_{n1}$，EP$_{n2}$，EP$_{n3}$，EP$_{n4}$に従って、補助パターン部分の高さ、幅、面積、重心位置などを求めることができる。

【0069】すなわち、分割点EP$_{n1}$と分割点EP$_{n4}$との間の距離から補助パターンの幅を、エッジ点EP$_1$～分割点EP$_{n1}$と分割点EP$_{n4}$～エッジ点EP$_n$をそれぞれ近似した直線の少なくとも何れか一方と、分割点EP$_{n2}$～分割点EP$_{n3}$を近似した直線との距離から補助パターンの高さを、分割点EP$_{n1}$，EP$_{n2}$，EP$_{n3}$，EP$_{n4}$の頂点で囲まれる四角形から、面積及び重心位置を求める。或いは分割点EP$_{n1}$～分割点EP$_{n4}$と分割点EP$_{n4}$～エッジ点EP$_n$を近似した直線とでかこまれる部分の面積及び重心位置を求めても良い。

【0070】以上説明したように、得られた画像中に二つの段差があっても、補助パターンに係わるエッジ点の集団を抽出することができ、補助パターンを正確に測定することができる。

【0071】なお、上述した方法と異なって第2の実施形態と同様に、エッジ点EP$_1$～エッジ点EP$_n$の真ん中を境に二つのクラスに分け、それぞれのクラスのエッジ点の集団をボルツマン関数（数1）で近似して、近似された関数のA1，A2の位置（y座標）から補助パターンの大きさを求めても良い。図16には、クラス1，2の各エッジ点をそれぞれボルツマン関数で近似して得られた関数を示す。

【0072】又、ボルツマン曲線はほぼ直線の部分と曲線部分とからなり、直線部分から曲線部分に変わる変曲点P、Qを、それぞれのクラスで求めて、二つの点P，Qの距離から補助パターンの幅を求めることができる。更に、変曲点Pから変曲点Q迄の間でエッジ点列の積分を行って、補助パターンの面積が求められる。また、ボルツマン曲線のdxの値より、段差の立ち上がり部分の傾きを求めても良い。これらの補助パターンの面積、重心等の形状データを測定結果として記録する。

【0073】得られた補助パターンの形状データより、パターンが設計通りに出来上がっているかどうかの確認を行うことができる。例えば、段差の立ち上がり部分がなだらかである場合、幅及び高さは設計パターンと余りかわりが無いが、面積が設計パターンより小さくなる。従って、このレチクルを用いてウェハに転写した場合、ウェハ上に形成されるパターンが、所望のパターン通り

にできない場合があることが分かる。よって、上記手法により補助パターンの形状データとして面積を求めておくことにより、段差の立ち上がり形状が設計パターンと異なる場合を判別することができる。

【００７４】又、得られた補助パターンの形状データに基づいて、レチクル製造プロセスの評価を行うことも可能である。例えば、前述したボルツマン関数（数１）のｄｘの値を利用すれば、レチクル製造プロセスの評価を行うことができる。ｄｘが１に近いほど段差の立ち上がり部分が急峻であるので、ｄｘがより１に近いプロセスを採用すれば、設計パターンにより忠実なレチクルパターンを作成することが可能になる。

【００７５】又、実際のレチクルの形状データをリソグラフィシミュレーションの方へフィードバックすることによりシミュレーションの精度をより向上させることもできる。よって、レチクルの設計の精度、特に近接効果の補正の精度が向上する。

【００７６】このようにして求められた補助パターンの各パラメータは測定結果ファイルに出力される。また、ＣＲＴ上のＳＥＭ画像に重ねて表示される。すなわち図１７に示すようにエッジ点、分割点１７、各分割点で囲まれる補助パターン３２、近似直線１９、段差の大きさ１８などがＳＥＭ画像内のパターンに重ねて表示される。

【００７７】（第４の実施形態）本実施形態においては図１８に示すようなパターンを測定する場合について説明する。図１８に示したパターンは四角形に近いパターンであるが、その角が丸まっている。すなわち、このパターンは２本のほぼ直交する直線領域と、２本の直線領域を接続する接続領域（角）とを具備する。

【００７８】角の丸まり具合、すなわち角の部分を円に近似したときの半径（以下コーナーＲと呼ぶ）を以下の様にして算出する。コーナーＲが大きければ大きいほど角の丸まり具合が大きいことになる。

【００７９】図１８に示すようなパターンが形成されているレチクルをＳＥＭ内に挿入し、第１の実施形態と同様にして目的のパターンのＳＥＭ画像を取得する。次に第１の実施形態と同様にしてエッジ点の位置座標を求める。この際、四角形全体のエッジ点の位置座標を求めても良いし、図１９に示すように測定者が測定したい部分の角を選んでＲＯＩ３３を開き、ＲＯＩ（Region of Interest）内のエッジ情報のみを算出するようにしても良い。

【００８０】例えば図２０に四角形の角のエッジ点の集団を示した。これに対して以下の方法によってコーナーＲを算出する。得られた各エッジ点にＥＰ$_1$～ＥＰ$_n$まで順番に番号をつける。このエッジ点の集団を３つのクラスに分割する。その際の分割点をＥＰ$_{n1}$、ＥＰ$_{n2}$とする。すなわちエッジ点ＥＰ$_1$～エッジ点ＥＰ$_{n1}$をｘ軸に水平な直線３４、エッジ点ＥＰ$_{n1}$～エッジ点ＥＰ$_{n2}$を１／４円３５（すなわち角度の範囲が９０度）、エッジ点ＥＰ$_{n2}$～エッジ点ＥＰ$_n$をｘ軸に垂直な直線３６にそれぞれ近似する。

【００８１】分割点ＥＰ$_{n1}$、ＥＰ$_{n2}$は、仮の分割点ＥＰ$_{nt1}$、ＥＰ$_{nt2}$をエッジ点ＥＰ$_1$からエッジ点ＥＰ$_n$までそれぞれ移動し、それぞれのクラスでのモデルからの残差を算出し、残差の和が最も小さくなる仮の分割点ＥＰ$_{nt1}$、ＥＰ$_{nt2}$から選択して求める。この際、円は必ずＥＰ$_{n1}$、ＥＰ$_{n2}$を通る１／４円という制限を与えておけば自動的に円の半径と中心座標は求まる。このようにして得られた円の半径、円の中心座標などは測定結果ファイルに記録される。

【００８２】また、図２１に示すように、ＣＲＴ上のＳＥＭ画像に、分割点ＥＰ$_{n1}$、ＥＰ$_{n2}$、算出された半径を示す情報ウインド３７、近似された円に基づく円３５、円３５の中心３８等が重ねて表示される。なお算出するのは必ずしも半径である必要は無く、直径などでも良い。

【００８３】又、図２２（ａ）に示すように、エッジ点ＥＰ$_1$～分割点ＥＰ$_{n1}$を近似した直線３４、分割点ＥＰ$_{n2}$～エッジ点ＥＰ$_n$を近似した直線３６、及び分割点ＥＰ$_{n1}$～分割点ＥＰ$_{n2}$のエッジ点列とで囲まれる領域の面積を求めても良い。或いは、図２２（ｂ）に示すように、エッジ点ＥＰ$_1$～分割点ＥＰ$_{n1}$を近似した直線３４と分割点ＥＰ$_{n2}$～エッジ点ＥＰ$_n$を近似した直線３６との交点と、該交点を始点とし、エッジ点ＥＰ$_1$～分割点ＥＰ$_{n1}$を近似した直線に対して４５°の傾きを持つ直線と分割点ＥＰ$_{n1}$～分割点ＥＰ$_{n2}$のエッジ点の集団との交点との距離を求めても良い。以上求められた形状データを測定結果ファイルに記録する。

【００８４】このようにして求められた角部分の円の半径よりレチクルの出来具合を確認することができる。又、レチクル製造プロセスの評価を行うことも可能である。すなわち、円の半径が小さいようなプロセスを採用すれば良い。そうすれば、設計パターンにより忠実なレチクルパターンを形成することができる。又、半径や面積等の角の丸まり具合をリソグラフィシミュレーションに取り込むことで、シミュレーションの精度がより向上するため、レチクルパターン設計の精度がより向上する。

【００８５】（第５の実施形態）本実施形態においては、図２３に示すようなパターンを測定する場合について説明する。図２３のパターンではラインパターン２３０１の先端に補助パターン２３０２が付与されている。このような補助パターンは一般にハンマーヘッドパターンと呼ばれる。このパターンは上述の方法を組み合わせることによって測定することが可能である。

【００８６】図２４は、第１の実施形態と同様の手法で得られたハンマーヘッドパターンの右側のエッジ点の集団を示したものである。図２４に示すように、ハンマー

ヘッドパターンのエッジ点の集団は、分割点ＥＰ$_{n1}$、ＥＰ$_{n2}$、ＥＰ$_{n3}$、ＥＰ$_{n4}$を用いて、５つの部分に分割できる。このうち分割点ＥＰ$_{n1}$、ＥＰ$_{n2}$は第４の実施形態に記載の手法と同様に、エッジ点ＥＰ$_{1}$～分割点ＥＰ$_{n1}$を近似する直線５１９ａ、分割点ＥＰ$_{n1}$～分割点ＥＰ$_{n2}$を近似する円５３５を用いて、算出することが可能であり、分割点ＥＰ$_{n3}$、ＥＰ$_{n4}$は、第１或いは第２の実施形態に記載した手法と同様に、分割点ＥＰ$_{n2}$～分割点ＥＰ$_{n3}$を近似する直線５１９ｂ、分割点ＥＰ$_{n3}$～分割点ＥＰ$_{n4}$を近似する直線５１９ｃ、分割点ＥＰ$_{n4}$～エッジ点ＥＰ$_{n}$を近似する直線５１９ｄを用いて算出することが可能である。

【００８７】得られた分割点より、コーナー部分の丸まり具合、補助パターンの幅、高さ、面積を算出する。コーナー部分の丸まり具合は、図２５に示すように、分割点ＥＰ$_{n1}$を通る円５３５の半径から求めればよい。補助パターンの高さは、分割点ＥＰ$_{n1}$と分割点ＥＰ$_{n4}$との距離より、幅は分割点ＥＰ$_{n2}$～分割点ＥＰ$_{n3}$を近似した直線５１９ｂと、分割点ＥＰ$_{n4}$～エッジ点ＥＰ$_{n}$を近似した直線５１９ｄとの距離より求めればよい。また、面積は、図２６に示すように、エッジ点の集団と分割点ＥＰ$_{n4}$～エッジ点ＥＰ$_{n}$を近似した直線５１９ｄとで囲まれる部分の面積を算出すればよい。これら得られた形状データを測定結果ファイルに出力する。

【００８８】得られた補助パターンの形状データより、レチクルに形成されたパターンが設計パターン通りに形成されているかどうかを判定することができる。又、得られた形状データを元にレチクル製造プロセスの評価を行うことも可能である。又、実際のレチクルの形状データをリソグラフィシミュレーションへフィードバックすることにより、シミュレーションの精度をより向上させることができる。従って、レチクルの設計の精度、特に近接効果補正の精度が向上する。

【００８９】また、図２７に示した様にＣＲＴ上のＳＥＭ画像に算出された分割点ＥＰ$_{n1}$～ＥＰ$_{n4}$、分割点より抽出された補助パターン領域５３２、エッジ点集団、近似直線５１９ａ～５１９ｄ、算出された半径、中心に基づく円５３５、補助パターンの面積Ｓ、幅Ｗ、及び高さｈ及び算出されたコーナーＲの半径ｒを表示する測定結果表示ウインドウ５１８などを重ねて表示する。

【００９０】或いは図２８に示すようなパターンも第１～４の実施形態に記載の手法を組み合わせて測定することが可能である。図のパターンでは四角形のパターン２６０１の角に補助パターン２６０２が付与されており、一般にセリフパターンと呼ばれる。

【００９１】図２９は第１の実施形態と同様にして得られたパターンの右上角のエッジ点の集団を示したものである。図２９に示すようにこれらのエッジ点の集団は、分割点ＥＰ$_{n1}$、ＥＰ$_{n2}$、ＥＰ$_{n3}$、ＥＰ$_{n4}$、ＥＰ$_{n5}$、ＥＰ$_{n6}$によって、７つの部分に分割されている。このうち、分割点ＥＰ$_{n1}$、ＥＰ$_{n2}$、ＥＰ$_{n5}$、ＥＰ$_{n6}$は第１或いは第２の実施形態に記載の方法によって、分割点ＥＰ$_{n3}$、ＥＰ$_{n4}$は第４の実施形態に記載の方法によって算出することが可能である。

【００９２】得られた分割点より、コーナー部分の丸まり具合、補助パターンの幅、高さ、面積を算出する。コーナー部分の丸まりは、分割点ＥＰ$_{n3}$、ＥＰ$_{n4}$より半径を求めればよい。

【００９３】段差の縦方向の高さｈ１は、図３０に示すように、エッジ点ＥＰ$_{1}$～分割点ＥＰ$_{n1}$を近似する式（１次関数）で表される直線と、分割点ＥＰ$_{n2}$～分割点ＥＰ$_{n3}$を近似する式（一次関数）で表される直線との距離から算出すればよい。また、段差の横方向の高さｈ２は、図３０に示すように、分割点ＥＰ$_{n4}$～分割点ＥＰ$_{n5}$を近似する式（１次関数）で表される直線と、分割点ＥＰ$_{n6}$～エッジ点ＥＰ$_{n}$を近似する式（１次関数）で表される直線ととの距離を用いればよい。

【００９４】又、面積は、図３１に示すように、エッジ点の集団、分割点ＥＰ$_{n6}$～エッジ点ＥＰ$_{n}$を近似した直線、及びエッジ点ＥＰ$_{1}$～分割点ＥＰ$_{n1}$を近似した直線で囲まれる部分の面積を用いればよい。これらの得られた段差の形状データを測定結果ファイルに書き込む。

【００９５】得られた補助パターンの形状データより、レチクルに形成されたパターンが設計パターン通りに形成されているかどうかを判定することができる。又、得られた形状データを元に、レチクル製造プロセスの評価を行うことも可能である。実際のレチクルの形状データをリソグラフィシミュレーションの方へフィードバックすることにより、シミュレーションの精度をより向上させることもでき、レチクルの設計の精度、特に近接効果補正の精度が向上する。

【００９６】また、図３２に示すように、ＣＲＴ上のＳＥＭ画像上に算出された、分割点ｎ１～ｎ５、抽出されたパターン６３２、その重心位置６３９、測定結果表示ウインドウ６１８などが上書きされて表示される。なお、測定結果表示ウインドウ６１８には、補助パターンの面積Ｓ、幅ｗ１，ｗ２、高さｈ１，ｈ２，及び及びコーナーＲの半径ｒが表示される。なお、幅ｗ１，高さｈ１はそれぞれ分割点ｎ１と分割点ｎ２とのｘ軸及びｙ軸方向の差であり、幅ｗ２，高さｈ２はそれぞれ分割点ｎ１と分割点ｎ２とのｙ軸及びｘ軸方向の差である。

【００９７】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、第１～５の実施形態においては画像を取得する際の装置の例としてＳＥＭを用いたが微細パターンの画像が取得できるなら光学顕微鏡そのほかの装置でも良い。また、レチクル上に形成された微細パターンを測定する場合について説明したが、ウェハ上の微細パターンの形状測定などに本発明の手法を利用することもできる。また、パターンとしては段差を有するパターン、セリフパターン、ハンマーヘッドパターンに

ついて説明したが、ほかのパターンに本発明に記載の手法を用いて測定を行っても良い。また、実施形態中に測定結果の表示の例を示したが、本実施形態に記載した以外のものを表示しても良い。また、二つの直線領域がほぼ並行或いはほぼ垂直な場合について説明したが、一方の直線が他方の直線に対して斜めに傾いている場合にも本発明を適用することができる。その他、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することが可能である。

【0098】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、複数の直線領域を具備するパターンの画像から、パターンのエッジ点を抽出し、それぞれの直線領域が異なるグループに含まれるように選ばれた分割点を用いて、抽出されたエッジ点を複数のグループに分割し、それぞれのグループ内のエッジ点、或いは分割点を用いることによって、パターンの形状を測定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係わるパターン測定装置の概略構成を示す図。

【図2】試料から得られた配線パターンと補助パターンを含むSEM画像の概略を示す図。

【図3】図2に示すSEM画像から濃度分布曲線を得る方向を説明するための図。

【図4】図2に示すSEM画像から抽出されたパターンのエッジ点を示す図。

【図5】図4に示す抽出されたエッジ点の集団を分割点を境に二つのクラスに分割した状態を示す図。

【図6】エッジ点に対する各クラスのエッジ点のx座標値の平均値を示す図。

【図7】クラス1，2内の分散、及びそれらの和Vtを示す図。

【図8】各エッジ点に対する（クラス1，2の平均値の差）／（クラス1，2の分散の和）でも求められるFを示す図。

【図9】第1の実施形態に係わるパターンの測定結果と、図2に示すSEM画像とを重ね合わせた画像を示す図。

【図10】第2の実施形態に係わる、エッジ点の分割方法の説明に用いる図。

【図11】第2の実施形態に係わるパターンの測定結果と、図2に示すSEM画像とを重ね合わせた画像を示す図。

【図12】仮の分割点EP_iに対する、分散の値を示す図。

【図13】エッジ点、及びエッジ点を近似するボルツマン関数を示す図。

【図14】第3の実施形態に係わるパターンから得られたSEM画像の概略を示す図。

【図15】第3の実施形態に係わる、エッジ点の分割方法の説明に用いる図。

【図16】第3の実施形態に係わる、図14に示すSEM画像から抽出されたエッジ点、及びエッジ点を近似するボルツマン関数を示す図。

【図17】第3の実施形態に係わるパターンの測定結果と、図14に示すSEM画像とを重ね合わせた画像を示す図。

【図18】第4の実施形態に係わるパターンから得られたSEM画像の概略を示す図。

【図19】図18に示すSEM画像から設定されたROIを示す図。

【図20】図18に示すSEM画像から抽出されたエッジ点、及び抽出されたエッジ点の分割方法の説明するための図。

【図21】第4の実施形態に係わるパターンの測定結果と、図18に示すSEM画像とを重ね合わせた画像を示す図。

【図22】第4の実施形態に係わる、抽出された分割点を用いたパターンの測定を説明するための図。

【図23】第5の実施形態に係わるパターンから得られたSEM画像の概略を示す図。

【図24】図23に示すSEM画像から抽出されたエッジ点、及び抽出されたエッジ点の分割方法の説明するための図。

【図25】第5の実施形態に係わる、抽出された分割点を用いたパターンの測定を説明するための図。

【図26】第5の実施形態に係わる、抽出された分割点を用いたパターンの測定を説明するための図。

【図27】第5の実施形態に係わるパターンの測定結果と、図23に示すSEM画像とを重ね合わせた画像を示す図。

【図28】第5の実施形態に係わるパターンから得られたSEM画像の概略を示す図。

【図29】図28に示すSEM画像から抽出されたエッジ点、及び抽出されたエッジ点の分割方法の説明するための図。

【図30】第5の実施形態に係わる、抽出された分割点を用いたパターンの測定を説明するための図。

【図31】第5の実施形態に係わる、抽出された分割点を用いたパターンの測定を説明するための図。

【図32】第5の実施形態に係わるパターンの測定結果と、図28に示すSEM画像とを重ね合わせた画像を示す図。

【図33】近接効果を考慮した補助パターンが形成されていないレチクルと、このレチクルを用いて形成されたパターンを示す図。

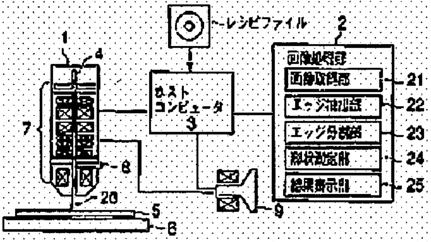
【図34】近接効果を考慮した補助パターンが形成されたレチクルと、このレチクルを用いて形成されたパターンを示す図。

【符号の説明】

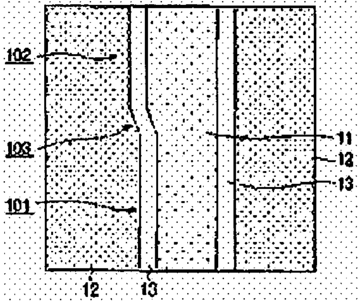
1…ＳＥＭ装置
2…画像処理部
3…ホストコンピュータ
4…電子銃
5…サンプル

＊6…ステージ
7…電子光学系
8…２次電子検出器
9…ＣＲＴ
＊

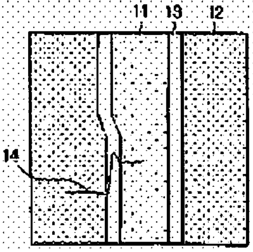
【図１】



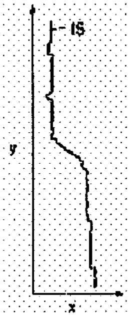
【図２】



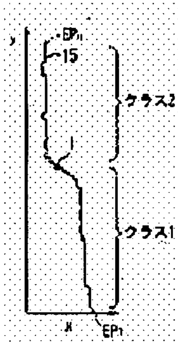
【図３】



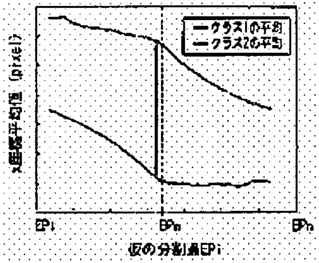
【図４】



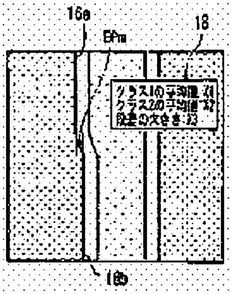
【図５】



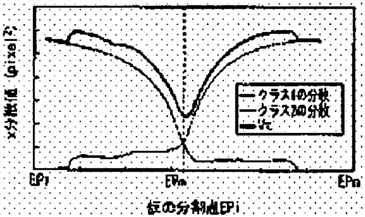
【図６】



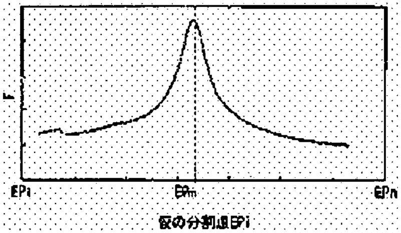
【図９】



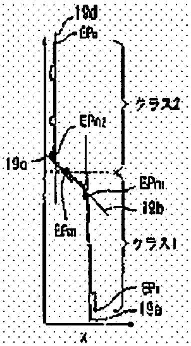
【図７】



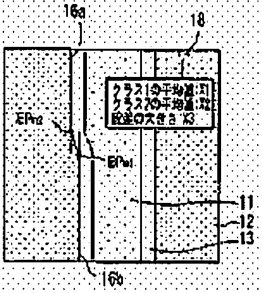
【図８】



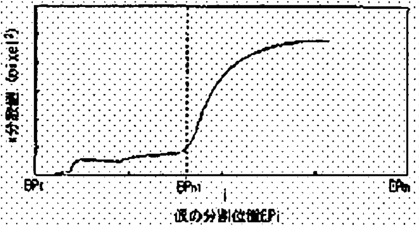
【図１０】



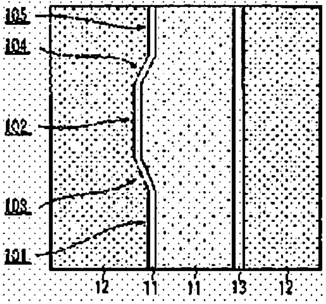
【図１１】



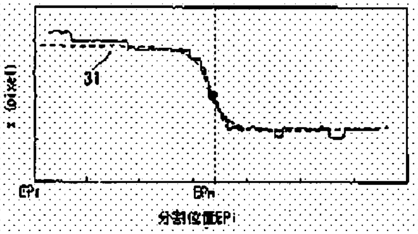
【図１２】



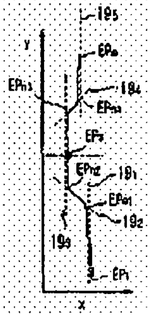
【図１４】



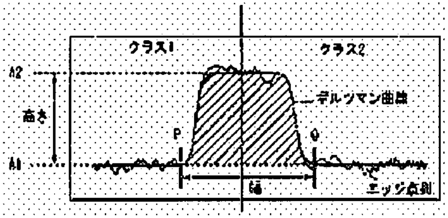
【図１３】



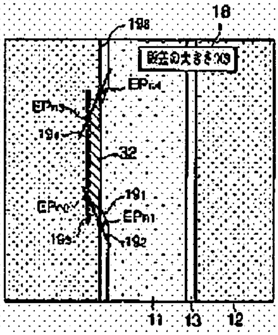
【図１５】



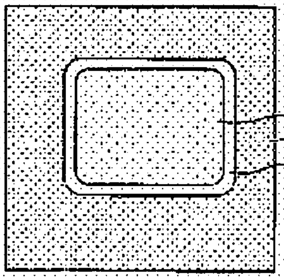
【図１６】



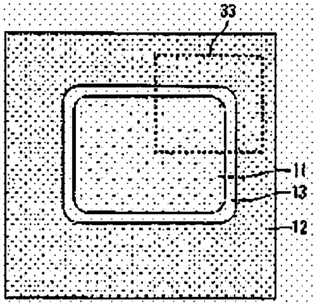
【図１７】



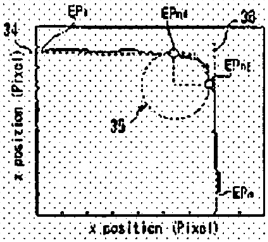
【図１８】



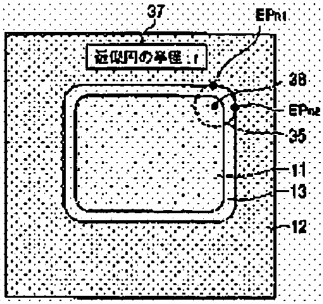
【図１９】



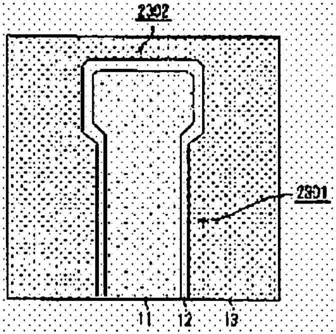
【図２０】



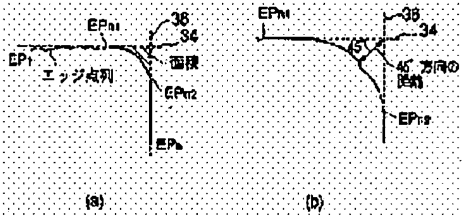
【図２１】



【図２３】

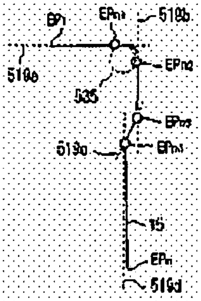


【図22】

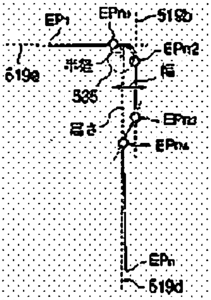


(a)　(b)

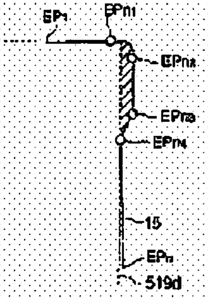
【図24】



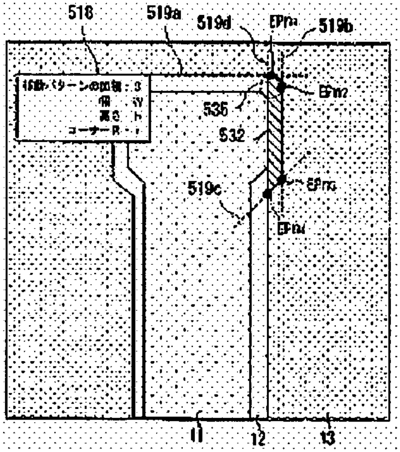
【図25】



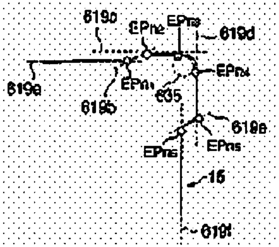
【図26】



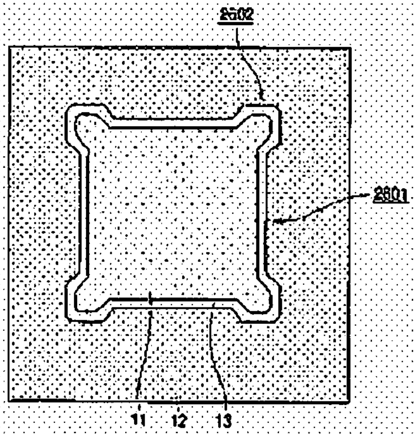
【図27】



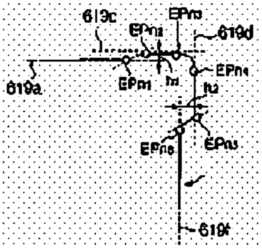
【図29】



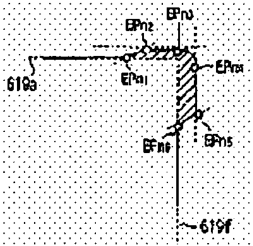
【図28】



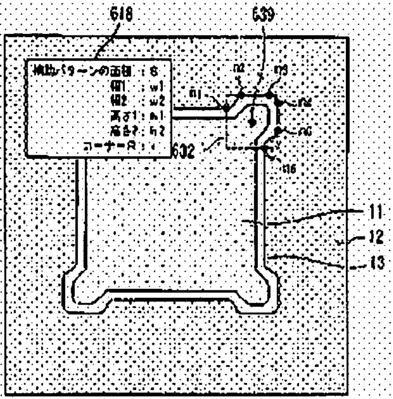
【図30】



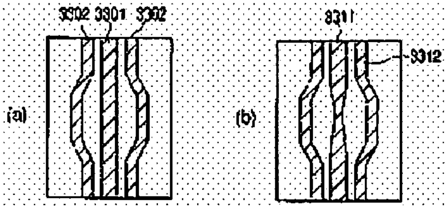
【図31】



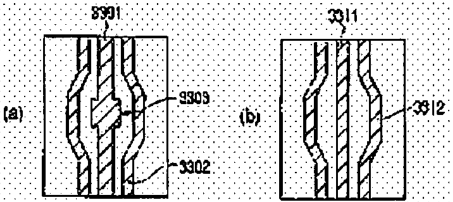
【図３２】



【図３３】



【図３４】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	F I	テーマコード（参考）
Ｇ０６Ｔ　7/60	１５０	Ｇ０６Ｔ　7/60　１５０Ｓ	
	１８０	１８０Ｂ	
Ｈ０１Ｌ　21/027		Ｇ０１Ｂ　15/00　Ｂ	
// Ｇ０１Ｂ　15/00		Ｈ０１Ｌ　21/30　５０２Ｐ	

Ｆターム(参考) 2F055 AA06 AA12 AA17 AA22 AA23
AA25 AA58 BB02 CC18 EE00
FF04 JJ03 QQ03 QQ17 QQ18
QQ21 QQ23 QQ26 QQ27 QQ29
QQ41 QQ42 SS02 SS13
2F067 AA16 AA21 AA26 AA57 BB01
BB04 CC16 FF01 HH06 JJ05
KK04 RR12 RR24 RR27 RR28
RR29 RR31 RR33 RR41 SS02
SS13
2H095 BD03
5B057 AA03 BA01 DA07 DA08 DB02
DC02 DC04 DC09 DC16
5L096 BA03 FA06 FA19 FA32 FA33
FA59 FA69 FA73